BHS III 68

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke
Bibliothek
Gruppe: III
B Nr. 68
Aktiengesellschaft

Das

Gewerbsame Deutschland.

Die Dampfmaschinen.

Ein

populäres Lehrbuch

der Geschichte ihrer Erfindung und Beschreibung ihrer allmähligen Vervollkommnung bis auf den jetzigen Standpunkt; unter steter Anwendung

auf technischen

Gewerbsbetrieb, Schiffahrt, Eisenbahnen und Chaussee-Fahrten ꝛc.

Für

Techniker und Freunde der Mechanik.

Größtentheils nach englischen Quellen und dem Lehrbuche

von

Dr. Dionysius Lardner,

4te vielfach verbesserte Auflage

mit fortlaufenden Zusätzen aus den besten Quellen

für Deutschland bearbeitet

von

Dr. C. H. Schmidt.

Mit vielen Figuren auf 12 schön gestochenen Quartblättern.

Heilbronn am Neckar,

J. D. Classische Buchhandlung.

1834.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHEK DER K. BAO. GENERAL BERG-W. U. SALINEN ADMINISTR.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Die Dampfmaschinen.

Ein

populäres Lehrbuch

der Geschichte ihrer Erfindung und Beschreibung ihrer allmähligen Vervollkommnung bis auf den jetzigen Standpunkt; unter steter Anwendung auf technischen Gewerbsbetrieb, Schiffahrt, Eisenbahnen und Chaussee-Fahrten ꝛc.

Vorrede.

Es gibt zwei Klassen von Personen, deren Aufmerksamkeit durch eine Schrift gegenwärtigen Inhaltes in Anspruch genommen wird. Die eine besteht aus solchen Individuen, welche vermöge ihres Gewerbes oder ihrer Profession sich für Mechanik interessiren und gewissermaßen genöthigt sind, über den Gegenstand dieser Schrift sich belehrende Auskunft zu verschaffen, auch sie auf eine solche Weise und in einem solchen Umfange zu erhalten streben, daß sie daraus für ihr Geschäft praktischen Nutzen zie-

hen können; die andere und zahlreichere Klasse ist derjenige Theil des Publikums im Allgemeinen, welcher sich dem Studium dieses Gegenstandes mehr aus Wahl, als aus Nothwendigkeit widmet und theils durch das Interesse der Sache selbst, theils durch den Genuß, den die vorkommenden Beispiele von Scharfsinn gewähren, dazu bestimmen läßt; hauptsächlich für letztere Classe ist nun die vorliegende Schrift bestimmt.

Für diese Classe von Lesern muß eine gut geschriebene Abhandlung über die Dampfmaschine besonders anziehend seyn; denn die Folgen dieser Erfindung schildern, heißt eben so viel, als jede Bequemlichkeit und jeden Lebensgenuß aufzählen. Sie hat die Summe menschlicher Glückseligkeit vermehrt, und zwar nicht allein dadurch, daß sie neue Genüsse ins Leben rief, sondern auch, indem sie schon vorhandene so wohlfeil machte, daß sie jetzt denen zugänglich sind, welche sich's früher nicht

einfallen lassen durften, derselben theilhaftig zu zu werden. Auch sind diese Folgen keineswegs auf England und das übrige Europa allein beschränkt, sie verbreiten sich vielmehr über die ganze civilisirte Welt, und die wilden Volksstämme Amerika's, Asiens und Afrika's werden in kurzem die mittelbaren oder unmittelbaren wohlthätigen Folgen dieses allmächtigen Agens empfinden.

Wenn die Wirkung dieser Maschine auf den Handel und den Reichthum der Nationen unser Erstaunen erregt, so müssen die Mittel, durch welche diese Wirkung hervorgebracht worden ist, in nicht geringerem Grade unsere Bewunderung erregen. Die Geschichte der Dampfmaschine bietet eine Reihe von Erfindungen dar, welche hinsichtlich ihres ausgezeichneten und feinen Scharfsinnes in den Jahrbüchern menschlicher Erfindung ihresgleichen nicht finden. Diese bewundernswerthen Entdeckungen weichen darin von andern Ergebnissen wissen-

schaftlicher Forschung ab, daß man, um ihren Werth zu fassen und zu ermessen, keine vorläufigen oder Hülfskenntnisse bedarf. Eine einfache und klare Erläuterung, so viel wie möglich frei von technischen Ausdrücken und unterstützt durch gut gewählte Zeichnungen, ist Alles, was man bedarf, um die Grundsätze der Construction und der Wirkungsweise der Dampfmaschine, Personen von schlichtem Verstand und mäßigen Kenntnissen begreiflich zu machen. Daß die folgenden Abschnitte geeignet sind, diesen Zweck zu erreichen, dafür spricht der allgemeine öffentliche Beifall, mit welchem sie in England, dem Mutterlande dieser Maschine, aufgenommen worden sind, und höher steigern sie ihre Ansprüche nicht.

Der Zweck, für welchen sie bestimmt sind, hat aber auch die Nothwendigkeit aufgelegt, viele Einzelnheiten unberührt zu lassen, welche, wie interessant und belehrend sie dem praktischen Mechaniker, oder dem ausübenden Maschi-

nenbauer auch seyn mögen, doch wenig Interesse für den allgemeinen Leser haben. Dahin gehören z. B. die Maße und das Verhältniß der Theile, die Beschaffenheit und Stärke der Materialien, die Berechnung der Kraft, Reibung, Trägheit u. s. w. Diejenige Classe von Lesern, für welche sie bestimmt sind, wollen mehr über die allgemeinen Grundsätze der Construction und der Wirkungsweise der Dampfmaschinen, als über den praktischen Werth der einzelnen Theile derselben unterrichtet seyn. Aus denselben Gründen haben wir uns auch blos auf die wichtigsten Umstände in der Geschichte der Erfindung und fortschreitenden Verbesserung dieser Maschine beschränkt und alles Minderwichtige unberührt gelassen.

Dieselben Rücksichten haben uns in dem beschreibenden Theile des Werkes geleitet. Die Benutzung der Kraft des Dampfes für mechanische Zwecke ist bei verschiedenen Gelegenheiten, in verschiedenen Ländern und unter sehr

vielerlei Formen vorgeschlagen worden. Das Verzeichniß der beiden Patente allein würde seltsamen Stoff hergeben, dieses Werkchen zwei- oder dreimal voluminöser zu machen. Die meisten dieser Projekte sind indessen fehlgeschlagen. Beschreibungen solcher mißlungenen, obschon häufig sehr sinnreichen, Maschinen haben wir ganz unerwähnt gelassen, weil sie denjenigen Lesern, welchen diese Schrift gewidmet ist, nicht hinlängliches Interesse gewähren. Wir haben uns deßhalb blos auf die Beschreibung solcher Dampfmaschinen beschränkt, die allgemein gebräuchlich geworden sind, oder auch solcher, welche in der Kette der Erfindung ein wichtiges Verbindungsglied bilden. —

So weit Dr. Lardner! Der englische Titel des Werkes, welches wir hiemit dem deutschen Publikum in einer treuen und fliessenden Uebersetzung und mit mannichfachen Zusätzen aus den besten Quellen bereichert, vorlegen, lautet: Lectures on the Steam-En-

gine in which its Construction and Operation are familiarly explained: with a sketch of its invention and progressive improvement, and an account of the present state of the Liverpool Railway, and the performances on it; and of Steam-Carriages on Turnpike Roads. By the Rev. Dionysius Lardner, LL. D. etc. Fourth edition considerably enlarged. London 1832.

Inhalt.

Erstes Capitel.

Von den Naturkräften, welche bei den verschiedenen Modificationen der Dampfmaschine benutzt werden. — Von den mechanischen Eigenschaften der Luft. — Von den mechanischen Eigenschaften des Dampfes. §. 1—21. —

Zweites Capitel.

Erfindung der Dampfmaschine. — Hero von Alexandrien. — Blasco de Garay. — Salomon de Caus. — Branca. — Marquis von Worcester. — Sir Samuel Moreland. — Dionysius Papin. — Hauptmann Savery. — Savery's Dampfmaschine §. 22—28. —

Drittes Capitel.

Mängel an Savery's Maschine. — Newcomen und Cawley. — Die atmosphärische Dampfmaschine. — Die Verdichtung des Dampfes durch Einspritzen wird entdeckt. — Gang der Maschine. — Humphrey Potter's Erfindung der Selbststeuerung der Maschine. §. 29—37.

Viertes Capitel.

Vorzüge der atmosphärischen Dampfmaschine vor derjenigen des Hauptmann Savery. — Ein neuer Grundsatz war bei ihr nicht in Anwendung gebracht. — James Watt. — Einzelnheiten aus seinem Leben. — Seine ersten Ideen über die Mittel, Wärme zu ersparen. — Der Grundsatz seiner projectirten Verbesserungen. §. 38—43.

Fünftes Capitel.

Watt's einfach wirkende Dampfmaschine. — Die Eigenschaft der Expansion des Dampfes dabei benutzt. — Fallissement des Dr. Roebuck und Verbindung mit Bolton. — Watt's Patent wird bis zum Jahre 1800 prolongirt. — Zähler. — Schwierigkeit, die Dampfmaschinen in Anwendung zu bringen. §. 44—53.

Sechstes Capitel.

Mängel der einfach wirkenden Dampfmaschine, in wie fern sie dazu dienen soll, Maschinenwerk in Bewegung zu setzen. — Versuche, diese zu beseitigen, a) durch zwei

Maschinen von einfacher Wirkung; b) durch die Dampfmaschine von doppelter Wirkung. — Princip derselben. — Parallele Bewegung. — Kurbel. — Sonnen- und Planetenrad. — Schwungrad. — Moderator oder conisches Pendel. §. 54—61.

Siebentes Capitel.

Über die Ventile der doppelt wirkenden Dampfmaschine. — Ursprüngliche Ventile. — Spindelventile. — Schiebladen- oder Schubventile. — D-Ventile. — Vierwegehahn. §. 62—66.

Achtes Capitel.

Der Kessel nebst Zubehör. — Probirhähne. — Speisungsapparat. — Dampfprobe (Queckſilbervisir). — Barometerprobe. — Indicator, Thermometer, Manometer. — Sicherungsventile. — Dämpfer mit Selbststeuerung. — Ventil des Hrn. v. Edelcrantz. — Ofen. — Rauchverzehrende Ofen. — Brunton's Ofen mit Selbstregulirung. — Oldham's Modification. §. 67—76.

Neuntes Capitel.

Dampfmaschine mit doppeltem Cylinder. — Hornblowen's Dampfmaschine. — Woolf's Dampfmaschine. — Cartwright's Dampfmaschine. — Rotirende Dampfmaschine. §. 77—82.

Zehntes Capitel.

Hochdrückende Dampfmaschinen. — Leupold's Dampfmaschine. — Trevithick's und Vivian's Dampfmaschine. — Anhaftung an der Eisenbahn. — Blenkinsop's Patent. — Chapman's Verbesserung. — Dampfmaschine mit Füßen. — Stephenson's erste Dampfmaschinen. — Dessen Verbesserungen. — Liverpool- und Manchester-Eisenbahn-Compagnie. — Vorläufige Schritte derselben. — Große Wettfahrt im Jahr 1829. — Der Dampfwagen Rocket. — Der Dampfwagen Sanspareil. — Der Dampfwagen Novelty. — Resultat der Wettfahrt. — Eigenschaften des Rocket. — Successive Verbesserungen. — Gegenwärtige Leistung auf der Eisenbahn. — Mängel der jetzigen Maschinen. Geneigte Ebene auf Eisenbahnen. — Mittel, dieselben zu befahren. — Nachtheil der großen Kraft der Dampfmaschinen. — Rechnung über Einnahme und Ausgabe auf der Liverpool-Eisenbahn. — Gewinn, welchen sie gegenwärtig bringt, und Aussichten in die Zukunft. — Bemerkungen über die Behandlung derselben. — Projectirte Eisenbahnen. — Dampfkraft verglichen mit der Pferdekraft. — Eisenbahnen verglichen mit Kanälen. — Liverpool- und Manchester-Kanal. §. 83—106.

Eilftes Capitel.

Dampfwagen auf Chausseen.

Eisenbahnen und Chausseen mit einander verglichen. — Hrn. Gurney's Erfindungen. — Sein Dampfwagen. — Leistungen desselben. — Vorurtheile und Irrthümer. — Ausschuß des Unterhauses. — Bequemlichkeit und Sicherheit der Dampfwagen. — Hancock's Dampfwagen.

— Hr. R. Ogle. — Trevithick's Erfindungen. — Dampfwagen des Dr. Church. — Dampfwagen der Herren Gibbs und Applegath. — Schritte gegen die Dampfwagen. — Chauſſeegelder-Geſetze. — Dampfwagen zwiſchen Gloucester und Cheltenham. — Derſelbe hört auf zu fahren. — Bericht des Ausſchuſſes des Unterhauſes. — Widerrufung der Prohibitiv-Geſetze. — Gegenwärtiger Zuſtand und Ausſichten der Dampfwagen. §. 107—117.

Zwölftes Capitel.

Die Erfindung des Hrn. Perkins. — Deſſen Dampfkanone. Dampfſchiffahrt. — Bedeutung von Pferdekraft. §. 118—127.

Erstes Kapitel.

Von den Naturkräften, welche bei den verschiedenen Modificationen der Dampfmaschine benutzt werden.

§. 1.

Unter den verschiedenen, von der Natur für die Bedürfnisse des Menschen bestimmten Erzeugnissen giebt es wenige, die der Mensch in dem Zustande, in welchem sie die Erde von selbst hervorbringt, zur Befriedigung seiner Bedürfnisse verwenden kann. Wasser und Luft sind fast die einzigen Ausnahmen; denn selbst die Nahrungsmittel verlangen in den meisten Fällen Cultur und Zubereitung. Wenden wir uns aber von den nothwendigsten Bedürfnissen der physischen Existenz zu den Anforderungen des staatsbürgerlichen und geselligen Lebens, so finden wir (des Luxus und der Verfei-

nerungen nicht zu gedenken), daß jeder Gegenstand, welcher zu unserer Bequemlichkeit beiträgt, einen vorläufigen und großen Aufwand von Arbeit erheischt. Ja in den meisten Fällen erlangen die Gegenstände unserer Genüsse ihren Hauptwerth nicht von einer, dem natürlichen Stoff, aus welchem sie gebildet sind, ursprünglich beiwohnenden Eigenschaft, sondern vielmehr in Folge derjenigen Eigenschaften, welche dieser Stoff durch menschliche Arbeit und menschliche Kunstfertigkeit erlangt hat. So sind Manufacturen entstanden.

Bei allen Veränderungen, denen die rohen Erzeugnisse der Erde unterworfen werden, um sie in den Stand zu setzen, unsere Bedürfnisse zu befriedigen, ist ein Hauptagens die Bewegung.

Soll z. B. Wolle in Kleidung für unsern Körper umgewandelt werden, so müssen aus derselben Fäden gesponnen und diese wieder zu Tuch verwebt werden. Bei diesen Veränderungen ist Bewegung das Agens. Um rohe Wolle in einen Faden zu verwandeln, muß eine anhaltende drehende Bewegung hervorgebracht werden, und wird dieselbe auf eine zweckmäßige Weise mitgetheilt, so nimmt die Wolle die verlangte Form an. Auf gleiche Weise muß man, wie allgemein bekannt ist, den Fäden eigenthümliche Bewegungen geben, um unter ihnen die eigenthümliche Anordnung zu erzeugen, durch welche sich die Textur des Gewebes characterisirt.

Im rohen Zustande der Gesellschaft wurden wahrscheinlich bei der ersten Entstehung der Manufacturen die erforderlichen Bewegungen durch unmittelbare Anlegung der Hand mitgetheilt. Beobachtung und Nachdenken boten indessen bald wirksamere Mittel zur Erreichung dieser Zwecke dar. Wenn wir uns in der natürlichen Welt umschauen, so entdecken wir verschiedene Bewegungen, die in derselben wirklich vorhanden sind; wir bemerken, daß das Wasser fällt und daß der Wind bläst, woraus augenblicklich die Frage entspringt, ob wir nicht, ohne thierische Kraft in Anspruch zu nehmen, diese Bewegungen für unsere Manufactur-Arbeiten benutzen können? Hier bietet sich indessen eine Schwierigkeit dar. Wir brauchen Bewegung von einer eigenthümlichen Art, aber der Wind weht nicht, wie wir es wünschen, und das Wasser fällt nicht nach unserm Verlangen, oder, wie es unsere besondern Bedürfnisse erheischen, sondern nach feststehenden Gesetzen der Natur. Wir bedürfen eine Bewegung aufwärts und das Wasser fällt niederwärts, wir bedürfen eine kreisförmige Bewegung, aber der Wind bläst in gerader Linie.

Es müssen deßhalb die in der Natur wirklich vorhandenen Bewegungen modificirt werden, um unsern Zwecken zu entsprechen. Die Mittel, durch welche diese Modificationen hervorgebracht werden, heißen Maschinen. Eine Maschine ist deßhalb

ein Werkzeug, welches zwischen einer Naturkraft oder einer Bewegung und dem Gegenstande steht, auf welchen man Kraft oder Bewegung überzutragen wünscht, und zugleich von solcher Einrichtung, daß die natürliche Bewegung in dem betreffenden Gegenstand irgend eine Art der Bewegung, die sich gerade nöthig macht, hervorbringen muß.

Um dieses durch ein Beispiel zu erläutern, wollen wir annehmen, daß eine kreisförmige oder drehende Bewegung hervorgebracht werden soll, und daß die einzige zu unserer Verfügung stehende Naturkraft ein senkrechter Wasserfall sey. Man wendet für diesen Zweck ein Rad an, in dessen Kranze Cavitäten, oder Vertiefungen angebracht sind. Das niederfallende Wasser wird an der einen Seite des Rades von diesen Cavitäten aufgefangen, und nachdem es am tiefsten Punkte ausgegossen worden ist, steigen die Cavitäten auf der andern Seite leer wieder empor. Eine Wasserlast drückt also immer an der einen Seite des Rades niederwärts, während die andere Seite von diesem Drucke frei bleibt, und dadurch wird eine stete Umdrehung erzeugt.

Bei jeder Maschine sind deßhalb die Natur und die Eigenschaften der Kraft, von welcher die Maschine bewegt wird, ein Hauptgegenstand der Erwägung. Ohne Rücksicht, worin diese Kraft bestehe, nennt man sie die bewegende Kraft.

Die bewegende Kraft, welche bei der Dampf=

maschine benutzt wird, hängt von gewissen mechanischen Eigenschaften der atmosphärischen Luft und des Dampfes ab, welcher durch die Wärme aus Flüssigkeiten entbunden wird. Eine kurze Beschreibung dieser Eigenschaften wird die Thätigkeit der Maschine um vieles begreiflicher machen. In der gegenwärtigen Vorlesung sollen deßhalb die Haupt-Eigenschaften der Luft und des Dampfes erklärt werden, indem wir später Gelegenheit haben werden, darauf zurückzuweisen.

Von den mechanischen Eigenschaften der Luft.

§. 2.

Die Atmosphäre ist die dünne durchsichtige Flüssigkeit, in der wir leben und uns bewegen, und welche durch Respiration das thierische Leben unterhält. Diese Flüssigkeit ist, dem Anscheine nach, so leicht und dünn, daß man anfangs bezweifeln möchte, ob sie überhanpt wirklich ein Körper sey. Man wird sich deßhalb einigermaßen wundern, wenn hier die Behauptung aufgestellt wird, daß sie nicht allein ein Körper sey, sondern auch, daß sie ein Körper von beträchtlicher Schwere sey. Es kann bewiesen werden, daß sie auf jeden Quadratzoll *) Oberfläche mit

*) Da wir häufig Gelegenheit haben werden, diese Größe zu erwähnen, so bemerken wir, daß ein Quadratzoll eine

einem Gewichte von ungefähr 15 Pfund avoir du pois drückt.

§. 3.

Man nehme eine Glasröhre A B Fig. 2, welche über 32 Zoll lang, an dem einen Ende A offen, an dem andern Ende B geschlossen und mit Queckſilber gefüllt iſt; man halte auch ein gläsernes Gefäß C mit einer Quantität Queckſilber in Bereitſchaft; und wenn man alsdann den Finger auf die Oeffnung bei A dergeſtalt gelegt hat, daß das Queckſilber nicht aus der Röhre fallen kann, ſo kehre man die Röhre um und ſenke das mit dem Finger verſchloſſene Ende in das Queckſilber des Gefäßes C. Wenn das Ende der Röhre unter der Oberfläche des Queckſilbers in C Fig. 3. ſich befindet, entferne man den Finger. Man wird alsdann finden, daß das in der Röhre ſich befindliche Queckſilber nicht, wie man glauben ſollte, bis auf gleiche Höhe mit dem Queckſilber in dem Gefäße C herabſinkt, was geſchehen würde, wenn das Ende B offen wäre, ſo daß die Luft in den oberen Theil der Röhre dringen könnte. Es wird vielmehr der Stand D des Queckſilbers in der Röhre 30 Zoll über dem Stande C des Queckſilbers in dem Gefäße ſich befinden.

Fläche bezeichnet, welche 1 Zoll lang und 1 Zoll breit iſt. Siehe Fig. 1. A B C D.

§. 4.

Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß die Schwere der Atmosphäre auf die Oberfläche C des Queckſilbers im Gefäße drückt und es dadurch empordrängt, oder sich vielmehr seinem Herabsinken in der Röhre widersetzt; und da nun das Herabsinken des Queckſilbers nicht durch den Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche D unterstützt wird, weil B verschlossen ist, so folgt daraus, daß gerade soviel Queckſilber in der Röhre über dem Niveau C hängen bleibt, als das Gewicht der Atmosphäre zu tragen vermag.

Angenommen, der Durchschnitt der Röhre betrage einen Quadratzoll, so wird das Gewicht der Queckſilbersäule in der Röhre über dem Niveau C genau gleich seyn dem Drucke der Atmosphäre auf jeden Quadratzoll der Oberfläche C. Da das Niveau D über dem Niveau C etwa 30 Zoll liegt und eine Queckſilbersäule von zwei Zoll Höhe und der Basis eines Quadratzolles ziemlich 1 Pfund avoir du pois wiegt, so folgt daraus, daß die Last, mit welcher die Atmosphäre auf jeden Quadratzoll einer ebenen Oberfläche drückt, 15 Pfund avoir du pois (Handelsgewicht) gleich zu setzen ist.

Ein Aparat von solcher Einrichtung und mit einer Scale versehen, um den Höhenstand D über dem Niveau C anzuzeigen, ist das gewöhnliche Barometer. Die Differenz dieser Niveaus erfährt kleine Veränderungen, welche die entspre-

chenden Veränderungen im atmosphärischen Druck anzeigen. Aber wir nehmen 30 Zoll als Normalgröße oder mittleren Durchschnitt an.

§. 5.

Es ist eine erwiesene Eigenschaft der Flüssigkeiten, daß sie nach allen Richtungen gleichen Druck ausüben, und auch der Luft kommt, gleich jeder andern Flüssigkeit, diese Eigenschaft zu. Daraus folgt nun, da der senkrechte Druck oder das Gewicht der Atmosphäre auf den Quadratzoll ungefähr 15 Pfund beträgt, auch der Druck von den Seiten her, aufwärts und in schräger Richtung ganz dasselbe betrage. Dieses muß indessen, abgesehen von dem allgemeinen Grundsatz, auf eine genügende Weise bewiesen werden.

Man nehme vier Glasröhren A, B, C, D, Fig. 4. von sattsamer Länge, an deer Ende A, B, C, D geschlossen und am andern offen; man biege die offenen Enden von drei dieser Röhren, wie bei B, C, D dargestellt ist; nachdem sämmtliche Röhren mit Queckfilber gefüllt sind, kehre man sie sämmtlich auf eine vorsichtige Weise um, so daß, wie hier dargestellt ist, die verschlossenen Enden oben hinkommen. Man wird alsdann finden, daß das Queckfilber in sämmtlichen Röhren getragen wird *), und daß die Differenz der Niveaus in

---

*) Um dieses Experiment mit der Röhre A auszuführen, be-

allen sich gleich ist. Es wird hier das Queckſilber in A durch den Druck der Atmoſphäre nach aufwärts, in B durch den horizontalen, oder den ſeitlichen, in C durch den Druck nach niederwärts und in D durch ihren ſchrägen Druck getragen; und da die Differenz der Niveaus bei allen sich gleich ist, ſo ſind ſich auch dieſe Drucke ganz gleich.

§. 6.

In dem §. 3. beſchriebenen Verſuche iſt der Raum B D Fig. 3. im obern Theil der Röhre, aus welchem das Queckſilber herabgetreten iſt, vollkommen leer, indem er weder Luft, noch eine andere Flüſſigkeit enthält: man nennt ihn deßhalb ein Vacuum (leerer Raum). Wird indeſſen eine kleine Quantität Luft in dieſen Raum gebracht, ſo fängt ſie ſogleich an, auf D zu drücken, ſo daß ſich dieſe Oberfläche D ſenkt; und dieſelbe wird immer weiter herabtreten, bis die Queckſilberſäule C D um ſoviel abgenommen hat, daß ſie, wie auch der Druck, den die Luft im Raume B D ausübt, von dem Gewichte der Atmoſphäre getragen werden können.

Die Quantität Queckſilber, welche in dieſem Falle aus der Röhre tritt, iſt nothwendig ein Aequi-

---

darf es großer Sorgfalt und die Röhre muß ein ſehr ſchwaches Caliber haben.

valent für den Druck der eingeführten Luft, so daß der Druck dieser Luft ganz genau ausgemittelt werden kann, wenn man ungefähr ein Pfund auf den Quadratzoll für jede zwei Zoll Queckſilber rechnet, die aus der Röhre getreten ſind. Der Druck der Luft, oder jeder andern Flüſſigkeit über dem Queckſilber in der Röhre läßt ſich ſogleich dadurch ausmitteln, daß man die Höhe des Queckſilbers in der Röhre mit der Höhe des Queckſilbers im Barometer vergleicht; die Differenz der Höhen giebt immer den Druck auf die Oberfläche des Queckſilbers in der Röhre. Bei Betrachtung der Thätigkeit der neuern Dampfmaſchinen werden wir finden, daß dieſer Grundſatz von einiger Wichtigkeit iſt.

Die Luft, von welcher wir angenommen haben, daß ſie in den obern Theil der Röhre gebracht worden ſey, drückt auf die Oberfläche des Queckſilbers mit einer weit größern Kraft, als ihr Gewicht. Wenn z. B. der Raum B D Fig. 3. mit atmoſphäriſcher Luft in ihrem gewöhnlichen Zuſtande angefüllt wäre, ſo würde dieſe Luft einen gleichen Druck, wie die ganze Atmoſphäre auf die Oberfläche D ausüben, obſchon ihr Gewicht noch nicht einen Gran beträgt. Die Eigenſchaft, in Folge welcher die Luft dieſen Druck ausübt, iſt ihre Elaſticität (Spannkraft), und dieſe Kraft nimmt genau in dem Verhältniß ab, in welchem der Raum, den die Luft einnimmt, größer wird.

So ist es z. B. bekannt, daß atmosphärische Luft in ihrem gewöhnlichen Zustand einen Druck gegen die innere Fläche jedes Gefäßes, in welchen sie eingeschlossen ist, von etwa 15 Pfund auf jeden Quadratzoll ausübt. Wenn der Raum des Gefäßes, in welchem die Luft eingeschlossen ist, verdoppelt wird, so dehnt sie sich sogleich aus und füllt den ganzen Raum, verliert aber dabei die Hälfte ihrer elastischen Kraft und drückt nur mit einer Kraft von $7^1/_2$ Pfund auf jeden Quadratzoll. Wenn der Raum des Gefäßes ums Fünffache vergrößert wird, so dehnt sich die Luft noch immer dergestalt aus, um das Gefäß zu füllen, übt aber nur den fünften Theil ihres ersten Druckes = 3 Pfund auf jeden Quadratzoll aus.

Diese Eigenschaft, ihre elastische Kraft in dem Verhältnisse zu verlieren, in welchem ihr Volumen zunimmt, besitzt die Luft nicht allein. Sie ist allen elastischen Flüssigkeiten gemein und folglich auch dem Dampf; und bei Schätzung der Wirkungen dieses Agens muß man sie durchaus in Rechnung bringen.

§. 7.

Es giebt zahlreiche Fälle, die sich unserer Beobachtung beständig darbieten, wo diese Eigenschaften der atmosphärischen Luft sich wirksam zeigen. Wenn die Düse und das Einlaßventil eines Balggebläses verschlossen werden, so bedarf es ei-

ner beträchtlichen Kraft, um den Deckel vom Boden zu trennen. Diese Wirkung wird hervorgebracht durch die verminderte elastische Kraft der zwischen dem Boden und dem Deckel rückständigen Luft, sobald nämlich der Raum im Gebläse im Geringsten zunimmt, während die Atmosphäre mit ungeschwächter Kraft auf die äußern Oberflächen des hölzernen Bodens und Deckels drückt. Wenn der Deckel vom Boden entfernt wird, so daß der innere Raum verdoppelt wird, so beträgt die elastische Kraft der eingeschlossenen Luft ungefähr $7^1/_2$ Pfund auf jeden Quadratzoll, während der Druck auf die äußern Oberflächen 15 Pfund für jeden Quadratzoll beträgt. Folglich gehört eben soviel Kraft dazu, den Deckel in einer bestimmten Lage zum Boden zu erhalten, als man anwenden muß, um ersteren von letzterem zu trennen, wenn sie mit einem Drucke von $7^1/_2$ Pfund auf jeden Quadratzoll der äußern Oberflächen gegen einander gepreßt werden.

Wenn Knaben z. B. ein Stück nasses Leder auf einen Stein streichen, so daß die Luft zwischen den Berührungsflächen verdrängt wird, so kann man den Stein mittelst einer am Leder befestigten Schnur emporheben, obschon er vielleicht eine beträchtliche Schwere hat. Die Ursache davon ist der atmosphärische Druck, der das Leder und den Stein in genauer Berührung erhält.

Von den mechanischen Eigenschaften des Dampfes.

§. 8.

Wenn wir unsern Körper den Wirkungen des Feuers aussetzen, so haben wir eine gewisse Empfindung, die wir Hitze nennen. Der Stoff, welcher diese Empfindung hervorzurufen vermag, heißt der Wärmestoff. Aber in der vertraulichen Unterhaltung werden Hitze und Wärme als gleichbedeutend gebraucht.

Die Wärme durchdringt bekanntlich alle Körper in der Natur in einem größern, oder geringern Grad, und die Quantität derselben in irgend einer Substanz kann innerhalb gewisser Grenzen vermehrt, oder vermindert werden. Die Zunahme der Quantität der Wärme in einem Körper ist in der Regel mit Zunahme seines Volumens und die Abnahme der Wärme mit einer entsprechenden Abnahme des Volumens verbunden. Auf diese Weise dehnen sich die Metalle aus, oder bekommen grösfere Dimensionen, wenn sie erwärmt werden; sie ziehen sich dagegen zusammen, wenn sie erkältet werden. Eine schlaffe Blase, welche eine kleine Quantität Luft enthält, wird ganz ausgespannt, sobald man sie erwärmt, weil sich die in derselben befindliche Luft ausdehnt; sie erlangt dagegen ihr welkes oder schlaffes Ansehen wieder, sobald sie kalt geworden ist, das nämliche gilt von allen Substanzen.

§. 9.

Dieses Gesetz der Ausdehnung ist so allgemein, daß man es gegenwärtig zum Messen des Wärmegrades benutzt, indem man die Thermometer darauf gründet. Etwas Quecksilber wird in eine Glaskugel gebracht, die mit einer Röhre in Verbindung steht, so daß, wenn Wärme auf die Kugel einwirkt, das Metall in derselben durch die Ausdehnung, welche es erfährt, in der Röhre emporsteigen muß. Da nun an dieser Röhre eine Scale mit kleinen Abtheilungen angebracht ist, so wird das Quecksilber hierdurch ein Maaßstab der Temperatur und zwar in Folge der Ausdehnung, welche durch diese Temperatur erzeugt wird.

§. 10.

Ausdehnung oder Zunahme der Dimension ist indessen nicht die einzige Wirkung, welche mit Zunahme der Wärmequantität in einem Körper verbunden zu seyn pflegt. In manchen Fällen wird dadurch eine gänzliche Veränderung der Form bewirkt. Wenn eine überflüssige Quantität Wärme einem Stück harten Metall mitgetheilt wird, so verwandelt man es dadurch in eine Flüssigkeit. Man sagt in diesem Falle, das Metall ist geschmolzen, und den Proceß nennt man Schmelzung.

So lange die erforderliche Temperatur unterhalten und Wärme in hinlänglicher Quantität au-

gewendet wird, so lange behält auch das Metall seinen flüssigen Zustand; aber wird die Wärme nicht mehr unterhalten und die Temperatur herabgestimmt, so nimmt es wieder seine starre Gestaltung an.

Entzieht man dagegen irgend einem Körper, z. B. dem Wasser, welches wir gewöhnlich im flüssigen Zustand antreffen, eine beträchtliche Portion Wärme, so daß die Temperatur herabgestimmt wird, so wird es endlich starr und verharrt in diesem Zustande, bis der Wärmeverlust ersetzt ist, worauf es wiederum die flüssige Gestaltung annimmt.

Aus diesen und vielen anderen ähnlichen Umständen schließen wir, daß alle Körper in der Natur, die wir im starren, oder flüssigen Zustande antreffen, in ihren betreffenden Gestaltungen durch den Einfluß der Wärme erhalten werden.

§. 11.

Die gegenseitigen Veränderungen, das Flüssigwerden und das Erstarren, sind nicht die einzigen Veränderungen in der Form der Körper, die durch eine Veränderung ihrer Temperatur herbeigeführt werden. Erwärmt man eine Flüssigkeit, z. B. Wasser, so ist die erste Folge davon, daß die Temperatur derselben erhöht und das Volumen vergrößert wird. Nachdem aber die Temperatur bis zu 212° des Fahrenheitschen Thermometers gestiegen

ist, bemerkt man keine fernere Zunahme der Wärme, und das in diese Flüssigkeit eingeführte Thermometer hört auf, zu steigen. Dem ungeachtet wird dem Wasser und dem Gefäß, in welchem es sich befindet, Wärme mitgetheilt. Was wird nun, kann man fragen, aus dieser Wärme? Unter diesen Bedingungen wird sich das Wasser in einem Zustande rascher Verdunstung befinden, oder in Dampf verwandelt werden, und alle Wärme, welche demselben, außer der durch das Thermometer angezeigten, mitgetheilt wird, wird auf Bildung dieses Dampfes verwendet. Daraus ergiebt sich nun, daß das Wasser unter gewöhnlichen Umständen *) seine flüssige Gestalt bei einer Temperatur über 212° nicht behalten kann, und daß jeder Wärmezuschuß über diejenige Quantität hinaus, welche zur Erzeugung dieser Temperatur nöthig war, einen Theil Wasser in Dampf umwandelt.

Es leuchtet deßhalb ein, daß wenn die in einer Flüssigkeit vorhandene Quantität Wärme hinlänglich gesteigert wird, die Flüssigkeit in den dampfförmigen Zustand übergeht, d. h. aus einer unelastischen Flüssigkeit in eine elastische verwandelt wird; indem sie die Eigenschaft der Elasticität erlangt, die wir bei der Luft (§. 6.) bereits be-

---

*) Unter besondern Umständen kann, wie sich weiter unten ergeben wird, das Wasser bei jeder Temperatur seine flüssige Gestalt behalten.

schrieben haben, verändert sie also gänzlich ihren mechanischen Character. Wenn dagegen dem elastischen Dampfe die Wärme entzogen wird, kehrt er in tropfbar flüssigen Zustand zurück, denn unter gewöhnlichen Umständen kann er bei einer Temperatur unter 212° F. nicht die Dampfgestalt behalten.

Aus allen diesen Umständen ergiebt sich nun die Folgerung, daß die Körper durch den Einfluß der Wärme in den verschiedenen Zuständen der Starrheit, der Flüssigkeit und des Dampfes erhalten werden, und daß derselbe Körper diese verschiedenen Zustände bei einer entsprechenden Veränderung der Wärmequantität, welche ihn nach allen Richtungen durchdringt, successiv durchlaufen könne.

§. 12.

Wir haben gesagt, daß, wenn die Zunahme, oder die Abnahme der Temperatur die Form eines Körpers nicht ändert, sie seine Dimensionen, oder sein Volumen verändert. Diese Wirkung beschränkt sich nicht bloß auf starre und flüssige Körper, sondern ist noch weit deutlicher bei den Dämpfen und allen elastischen Flüssigkeiten wahrzunehmen.

Wenn eine kleine Quantität Luft in einer welken Blase eingeschlossen und letztere oben luftdicht zugebunden wird, so bläht sich dieselbe auf und sieht

endlich aus, als ob sie aufgeblasen wäre, wenn man sie ans Feuer hält. Die Ursache davon ist offenbar die Ausdehnung der eingeschlossenen Luft in Folge der gesteigerten Temperatur.

Führt man z. B. eine Röhre **A** B Fig. 5, die an beiden Enden unverschlossen ist, mit dem einen Ende in den Hals eines Gefäßes C **D**, welches eine gefärbte Flüssigkeit enthält und über derselben atmosphärische Luft, und befestigt man die Röhre so, daß sie im Halse des Gefäßes luftdicht sitzt, so wird, wenn das Gefäß erwärmt wird, die warme Luft über dem Niveau C D sich auszudehnen beginnen und auf die Oberfläche der gefärbten Flüssigkeit drücken, so daß dieselbe in der Röhre **A B** emporsteigen muß.

§. 13.

Dieselbe elastische Flüssigkeit, bestehe sie nun aus Gas, oder aus Dampf, besitzt immer bei demselben Grade der Temperatur und Dichtigkeit denselben Grad der elastischen Kraft (Spannung), wenn aber entweder die Temperatur, oder die Dichtigkeit, oder beide vermehrt werden, so wächst auch die elastische Kraft. Es hängt deßhalb letztere, sowohl von der Temperatur, als von der Dichtigkeit ab.

§. 14.

Alle eben beschriebenen Wirkungen des Wär-

mestoffs lassen sich auf eine sehr genügende Weise durch die Annahme erklären, daß der Wärmestoff eine Substanz, oder eine Ursache sey, welche den Massentheilchen der Körper eine Abstoßungskraft mittheilt, durch welche sie das Streben erlangen, einander gegenseitig abzustoßen. Aber nächst dieser Kraft muß man noch eine andere berücksichtigen, die ebenfalls in der Natur existirt. Man bemerkt unter den Bestandtheilen jedes Körpers eine Kraft, vermöge welcher sie ein Streben haben, zusammenzuhängen und sich in starren festen Massen anzuhäufen. Diese Neigung heißt Zusammenhang, oder Zusammenhangs-Anziehung. Dieser Kraft des Zusammenhangs in den Theilchen des Stoffes wirkt nun der Wärmestoff direct entgegen. Einige nehmen an, daß der Wärmestoff eine äußerst elastische und sehr feine Flüssigkeit sey, welche die Körper nach allen Richtungen durchdringt und vermöge ihrer Elasticität die Massentheilchen derselben zu trennen, auseinander zu treiben und die Vereinigung derselben aufzuheben strebt, welche die Kraft des Zusammenhangs ihrerseits herbeizuführen strebt. Es ist indessen ausgemacht, daß, abgesehen von der Natur des Wärmestoffs, derselbe den Massentheilchen ein der Cohäsion ganz entgegengesetztes Streben mittheilt, und daß der Zustand eines festen, oder flüssigen Körpers durch das Verhältniß der beiden Kräfte zu einander, d. h. der Zusammenhangskraft, die seinen Massentheilchen

von Natur eigen ist, und der Abstoßungskraft, die von dem Wärmestoff herrührt, welcher jene Theilchen durchdringt, bestimmt werden müsse. Wenn die Cohäsion der Massentheilchen ein beträchtliches Uebergewicht über die Abstoßungskraft des Wärmestoffes behauptet, so befindet sich der Körper im starren Zustande; wenn aber diese Kräfte einander ziemlich neutralisiren, so wird er sich im flüssigen Zustande befinden.

Den gegenseitigen Zusammenhang anlangend, kann man deßhalb die Theilchen einer Flüssigkeit als beinahe indifferent betrachten. Wir sagen beinahe, weil in den meisten Flüssigkeiten ein schwaches Streben nach Zusammenhang bemerkt werden kann. Wenn z. B. zwei Tropfen Quecksilber, oder Wasser neben einander auf eine Glastafel gebracht werden, so vereinigen sie sich augenblicklich und bilden alsdann einen einzigen Tropfen. Aber im Allgemeinen und aus einem mechanischen Gesichtspuukte betrachtet, kann man annehmen, daß sich die kleinsten Theilchen der Flüssigkeiten in Bezug auf den Zusammenhang in einem Zustande der Indifferenz befinden.

§. 15.

Verfolgt man die begonnene Analogie über die Wirkungen der Zusammenhangs- und Abstoßungskraft, welche wir an den kleinsten Theilchen der Körper wahrnehmen, so ist man geneigt, daraus

zu schließen, daß durch eine Vermehrung der Abstoßungskraft bis zu dem Grade, wo sie über die Zusammenhangskraft ein großes Uebergewicht erlangt, die Massentheilchen der Körper ein eben so mächtiges Streben erhalten müßten, sich von einander zu trennen, als dasjenige, welches sie besitzen, sich anzuhäufen, wenn das entgegengesetzte Verhältniß zwischen diesen beiden Kräften besteht; und dieses ist auch, wie wir finden, wirklich der Fall. Wenn einer Flüssigkeit hinlängliche Wärme mitgetheilt wird, so wird sie, wie bereits gesagt worden, in Dampf verwandelt, dessen Theilchen einander abstoßen, so daß der Dampf jedes Gefäß, in welchem er eingeschlossen ist, zu zersprengen strebt. So kann man sich also das Vorhandenseyn des gasförmigen Zustandes, oder der sogenannten elastischen Flüssigkeiten erklären; die den Theilchen des Körpers von Natur zukommende Zusammenhangskraft ist nicht allein durch die von der Wärme erzeugte Abstoßungskraft besiegt worden, sondern die Theilchen haben auch eine mächtige abstoßende Wirkung erlangt, so daß sie streben, sich von einander zu trennen und beständig ein größeres Volumen anzunehmen, so lange sie nicht den Widerstand einer angemessenen Kraft empfinden.

Setzt man z. B. Wasser so lange der Wärme aus, bis es ins Sieden kommt, so wird es allmählig in Dampf verwandelt. Wenn dieser Dampf

in irgend einem Gefäß eingeschlossen ist, so strebt er die Wandungen desselben mit einer gewissen elastischen Kraft zu zersprengen, und zwar ganz auf dieselbe Weise, wie es eingeschlossene Luft thun würde. Indem die Flüssigkeiten durch die Wärme in Dampf verwandelt werden, bemerkt man aber eine Wirkung, welche die Verwandlung der starren Körper in flüssige nicht darbietet. Wir haben gesagt, daß diese verschiedenen Zustände durch das gegenseitige Verhältniß der Zusammenhangs- und Abstoßungskraft der Theilchen bedingt werden. Es muß indessen eine dritte Kraft, welche die Cohäsion immer unterstützt, ebenfalls in Anschlag gebracht werden, und die Wirkungen derselben, welche bei der Dampfbildung sehr augenfällig sind, lassen sich bei dem Uebergange starrer Körper in den flüssigen Zustand nicht bemerken. Diese Kraft ist nämlich der bereits beschriebene atmosphärische Druck. Er strebt offenbar dahin, die Theile eines Körpers zusammenzudrücken, und unterstützt deßhalb den Zusammenhang. Wenn z. B. Wasser in ein Gefäß gethan und die Oberfläche desselben bei 30 Zoll Barometerhöhe der Atmosphäre exponirt wird, so erfährt es einen Druck auf seine Oberfläche von 15 Pfund auf jeden Quadratzoll. Diese Kraft muß, außer dem Zusammenhange, durch die Abstoßungskraft der Wärme besiegt werden, ehe die Dampfbildung beginnen kann. Daraus ergeben sich nun unmittelbar zwei Folgerungen:

1) Daß wenn der atmosphärische Druck entfernt, oder vermindert wird, die Flüssigkeiten bei einem geringern Wärmegrad, oder bei einer niedrigern Temperatur den Siedepunkt erreichen müssen, und

2) daß, wenn der Druck auf die Oberfläche vermehrt wird, sie nicht eher ins Sieden gelangen, als bis eine verhältnißmäßig gesteigerte Hitze ihnen mitgetheilt wird, oder bis sie eine weit höhere Temperatur erlangt haben. Diese Folgerungen finden wir nun durch die Erfahrung bestätigt. Bei einem Drucke von 15 Pfund auf den Quadratzoll, d. h. wenn das Barometer einen Höhestand von 30 Zoll hat, siedet das Wasser bei einer Temperatur von 212° des gewöhnlichen Thermometers. Wenn aber Wasser bei einer niedrigern Temperatur, z. B. bei 180° F. unter dem Recipienten einer Luftpumpe gebracht, und der atmosphärische Druck durch Exantliren beseitigt, oder sehr vermindert wird, so siedet das Wasser, obschon die Temperatur desselben fortwährend 180° beträgt, was sich mittelst eines im Wasser befindlichen Thermometers ermitteln läßt.

§. 16.

Wenn dagegen ein Thermometer luftdicht in den Deckel eines verschlossenen Digestors gesetzt

wird, der Wasser und über demselben atmosphäri=sche Luft enthält, so erlangt die Luft, wenn das Gefäß erwärmt wird, eine höhere Spannung, und da sie durch den Deckel eingeschlossen ist, so drückt sie mit höherer Kraft auf die Oberfläche des Was=sers. Beobachtet man das Thermometer, wäh=rend das Gefäß der Wirkung der Wärme ausge=setzt ist, so wird man bemerken, daß es beträcht=lich über 212° steigt, z. B. bis zu 280°, und daß es fortwährend steigt, bis die Stärke des Gefäßes dem innern Drucke nicht länger Widerstand zu lei=sten vermag.

§. 17.

Die Temperatur, bei welcher das Wasser sie=det, soll gewöhnlich 212° F. betragen, und man nennt dieses den Siedepunkt des Thermome=ters, aber genau genommen ist dieses nur wahr bei einer Barometerhöhe von 30 Zoll. Steht das Barometer tiefer, so kommt das Wasser bei einer niedrigern Temperatur ins Sieden, weil der at=mosphärische Druck schwächer ist; und steht das Barometer höher, z. B. auf 31 Zoll, so siedet das Wasser erst bei höherer Temperatur, da der Druck größer ist.

Je nachdem nun der Zusammenhang der Theil=chen der Flüssigkeiten mehr oder weniger groß ist, gelangen die Flüssigkeiten bei höhern, oder niedri=gern Temperaturgraden ins Sieden. In der Regel

sieden die leichteren Flüssigkeiten, wie z. B. Alkohol und Aether bei niedrigern Temperaturgraden. Diese Flüssigkeiten kommen schon ins Sieden, sobald der atmosphärische Druck entfernt wird, was sich auf die Art beweisen läßt, daß man sie unter den Recipienten einer Luftpumpe bringt und demselben die Luft entzieht. Daraus läßt sich folgern, daß diese und ähnliche Substanzen ohne den atmosphärischen Druck nie im tropfbar flüssigen Zustande angetroffen werden würden.

§. 18.

Die Elasticität oder die Spannung des aus einer siedenden Flüssigkeit entbundenen Dampfes ist gleich dem Druck, unter welchem der Dampf erzeugt worden ist. So besitzt z. B. Dampf, welcher aus Wasser von 212° F., folglich unter einem Drucke von 15 Pfund auf den Quadratzoll entbunden wird, eine elastische Kraft, welche auf die Wandungen des einschließenden Gefäßes ebenfalls einen Druck von 15 Pfund auf den Quadratzoll hervorbringt. Da ein höherer Druck eine höhere Temperatur, um die Flüssigkeit ins Sieden zu bringen, voraussetzt, so folgt daraus, daß in den Fällen, wo Dampf von höherem Druck, als der atmosphärische, erheischt wird, das Wasser bei einer höhern Temperatur ins Sieden gebracht werden muß.

§. 19.

Wir haben bereits gesagt, daß es einen gewissen Punkt giebt, bei welchem die Temperatur einer Flüssigkeit zu steigen aufhört, und daß alle Wärme, welche über diesen Punkt hinaus mitgetheilt wird, auf die Dampfbildung verwendet wird. Es ist ausgemittelt worden, daß, wenn Wasser bei 212° unter einem Drucke, welcher 30 Zoll Quecksilberhöhe gleichkommt, ins Sieden gelangt, ein Kubikzoll Wasser einen Kubikfuß *) Dampf erzeugt, dessen elastische Kraft gleich ist dem atmosphärischen Druck, und dessen Temperatur 212° F. beträgt. Da nun ein Kubikfuß 1728 Kubikzoll enthält, so folgt daraus, daß, wenn Wasser bei dieser Temperatur aus dem flüssigen Zustand in denjenigen des Dampfes übergeht, sein Volumen 1728mal vergrößert wird.

§. 20.

Es giebt mehrere Umstände, welche vermuthen lassen, daß beim Dampfbildungsprocesse eine be-

*) Die Ausdrücke Kubikzoll und Kubikfuß sind leicht zu erklären. Ein gewöhnlicher Würfel, dessen man sich beim Spielen bedient, hat die Gestalt eines Kubus. Ein Kubus oder Würfel hat 12 gerade, einander gleiche Kanten und 6 Seiten, die Quadrate bilden und untereinander gleich sind. Besitzt jede solche Kante einen Zoll Länge, so nennt man einen solchen Körper einen Kubikzoll, und einen Kubikfuß, oder Kubikelle, wenn die Länge der Kante einen Fuß, oder eine Elle beträgt. In Fig. 6. ist der Würfel perspectivisch dargestellt.

trächtliche Quantität Wärme absorbirt werde. Man hat im Allgemeinen die Bemerkung gemacht, daß Ausdehnung einen Zuschuß von Wärme anzeigt, und in diesem Falle scheint eine Ausdehnung stattzufinden, welche eine Vermehrung des Volumens in dem Verhältnisse von 1728 zu 1 zur Folge hat. Man kann auch bemerken, daß alle auf die Flüssigkeit übergetragene Wärme, nachdem erstere den Siedepunkt erreicht hat, auf Dampfbildung verwendet wird, und dennoch dauert es sechsmal länger, eine gegebene Quantität Wasser in Dampf von 212° zu verwandeln, als dieselbe Quantität vom Gefrierpunkte (32° F.) bis zum Siedepunkte zu bringen. Daraus folgt nun, angenommen daß die Wärme ganz gleichförmig angewendet worden, daß sechsmal mehr Wärme dazu gehört, eine Quantität Wasser von 212° in Dampf zu verwandeln, als dieselbe Quantität von 32° bis zu 212° zu erwärmen; oder was auf eins hinauskommt, man braucht, um eine Quantität Wasser von 212° in Dampf zu verwandeln, eben soviel Wärme, als man nöthig haben würde, um die sechsfache Quantität von 32° bis auf 212° zu erwärmen.

Eine andere Weise, diese auffallende Thatsache darzustellen, besteht darin, daß, wenn 1 Kubikzoll Wasser im Zustande des Dampfes bei 212° mit 6 Kubikzoll Wasser von 32° vermischt wird, die ganze Masse 7 Kubikzoll Wasser von 212° bildet. Der Ueberschuß von Wärme, welcher erfor-

derlich ist, um das Wasser in dem Zustande des Dampfes zu erhalten, ist demnach hinlänglich, die 6 Kubikzoll Wasser von 32° bis auf 212° zu erwärmen.

Ein Kubikfuß Dampf, welcher aus Wasser von 212° erzeugt worden, besitzt an und für sich ebenfalls nur die Temperatur von 212°. Man muß deßhalb schließen, daß der ganze Zuschuß von Wärme, den das Wasser während des Processes der Dampfbildung erhalten hat, darauf verwendet worden sey, ihm die elastische Form zu geben, und weil dieser Wärmezuschuß keinen Eindruck auf das Thermometer macht, so nennt man ihn gebundene Wärme. Aus den eben erwähnten Thatsachen läßt sich der unermeßliche Aufwand von Wärme bei der Dampfbildung begreifen.

Da die Temperatur, bei welcher das Wasser siedet, abhängig ist von dem Drucke, dem es unterworfen ist, so wird begreiflich, daß es für die dem Wasser mittheilbare Temperatur keine andere Grenze giebt, als diejenige des mechanischen Drukkes, dem wir dasselbe zu unterwerfen vermögen. Wir werden weiter unten sehen, daß sich die Temperatur des Wassers bis auf 600°, 700° oder 800° steigern läßt, ja daß es rothglühend gemacht werden kann.

Die Temperatur des Dampfes, nachdem er einmal die Dunstgestalt angenommen hat, kann verändert werden. Dampf z. B., welcher aus

Wasser von 180° entbunden worden ist, kann nachher bis auf 212° in der Temperatur erhöht werden. Aber Dampf, den man auf diese Weise entbunden und bis auf 212° gebracht hat, übt nicht soviel Druck aus, als Dampf, welcher unmittelbar aus siedendem Wasser bei 212° erzeugt worden ist; der Druck des erstern ist beträchtlich schwächer, als derjenige des letztern.

§. 21.

Auf gleiche Weise, wie eine Flüssigkeit in Dampf verwandelt wird, wenn man derselben einen überschüssigen Vorrath von Wärme mittheilt, so kann auch der Dampf in den tropfbar flüssigen Zustand zurückgeführt werden, wenn man ihm eine hinlängliche Portion Wärme entzieht. Wenn ein verschlossenes Gefäß mit Dampf gefüllt ist, und ein Strahl kaltes Wasser in dasselbe getrieben wird, so entzieht das Wasser dem Dampf augenblicklich eine Quantität Wärme, so daß derselbe wieder zu Wasser wird und in dieser Gestalt auf den Boden des Gefäßes niedergeschlagen wird. Dieselbe Eigenschaft giebt sich auch kund, wenn man den Dampf mit einer kalten Oberfläche in Berührung kommen läßt. Man halte irgend einen Körper vor den dampfenden Ausguß eines Theekessels, und er wird den Augenblick naß werden. Diese Nässe ist in Wasser verwandelter Dampf, der einen Theil seiner Wärme an den erwähnten Körper verloren

hat. Diese Umwandlung des Dampfes in Wasser durch Entziehung der Wärme heißt Verdichtung.

Vermöge dieser Eigenschaft läßt sich der Dampf zur Bildung eines Vacuums benutzen. Läßt man nämlich den Dampf durch ein Gefäß streichen, so treibt er die Luft aus und nimmt die Stelle derselben ein. Wird das Gefäß alsdann verschlossen und abgekühlt, so verwandelt sich der Dampf in Wasser, und während er sich tropfenweise am Boden und an den Wandungen des Gefäßes sammelt, wird der Raum, den er vorher einnahm, ein Vacuum. Dieser Versuch läßt sich sehr leicht machen. Man nehme eine lange Glasröhre, welche an dem einen Ende eine hohle Glaskugel hat und am andern Ende offen *) ist, schütte in das offene Ende eine kleine Quantität Weingeist und halte die Glaskugel über die Flamme einer Lampe, so daß der Spiritus ins Kochen kommt. Nach einiger Zeit wird man bemerken, daß der Dampf reichlich aus dem offenen Ende der Röhre heraustritt, welches zu oberst gehalten werden muß. Sobald diese Erscheinung eintritt, kehre man die Röhre um und tauche das offene Ende in ein mit kaltem Wasser gefülltes Becken. Nachdem die Wärme auf diese Weise entfernt worden ist, verwandelt die kalte Luft den Dampf in der Röhre in Flüssigkeit, es

---

*) Eine gewöhnliche Glasflasche mit langem Hals ist für diesen Versuch ebenfalls tauglich.

entsteht dadurch ein leerer Raum, so daß der atmosphärische Druck auf die Oberfläche des Wassers im Becken wirkt und das Wasser mit beträchtlicher Kraft emportreibt, so daß es die Glaskugel füllt.

Bei diesem Versuche thut man besser, Spiritus, statt Wasser, anzuwenden, weil derselbe bei einem niedrigern Wärmegrade siedet und die Glasröhre nicht so leicht der Gefahr des Zerbrechens aussetzt; auch läßt sich die Röhre bei Anwendung von Spiritus weit leichter handhaben.

Zweites Capitel.

Erfindung der Dampfmaschine. — Hero von Alexandrien. — Blasco de Garay. — Salomon de Caus. — Branca. — Marquis von Worcester. — Sir Samuel Moreland. — Dyonisius Papin. — Hauptmann Savery.

---

§. 22.

Die Erfindung der Dampfmaschine ist von verschiedenen Nationen und von verschiedenen Individuen derselben Nation in Anspruch genommen worden. Die Freunde derer, welche diese Ehre in Anspruch nahmen, haben diese Prätensionen mit einem Nachdruck und einem Eifer unter-

stützt, der den Anstrich von nationalem und persönlichem Vortheil in hohem Grade besaß; und der Streit ist in manchen Fällen mit einer Erbitterung geführt worden, die sowohl der Sache, welcher er galt, als der Wissenschaft ganz unwürdig war.

Die Dampfmaschine, wie sie gegenwärtig besteht: ist nicht die ausschließliche Erfindung eines Einzigen, sondern eine Verbindung von Erfindungen, welche sich während der beiden letzten Jahrhunderte angehäuft haben. Wer ihre Geschichte rückwärts verfolgen und den ersten Erfinder derselben ausmitteln will, wird auf dieselben Schwierigkeiten stoßen, die sich vorfinden, wenn die Quelle eines großen Flusses aufgesucht werden soll: je weiter man nämlich stromaufwärts geht, desto schwieriger und wohl gar unmöglich wird es, ihn von seinen Nebenflüssen zu unterscheiden, und man findet endlich eine Menge kleiner Bäche, deren jeder so unbedeutend ist, daß er der Ehre unwürdig zu seyn scheint, die Quelle des majestätischen Stromes, welcher die Untersuchung veranlaßte, genannt zu werden.

Dieser eben so mühsamen, als interessanten Untersuchung hat sich neuerdings der um die Wissenschaften rühmlichst verdiente Arrago unterzogen*)

---

*) Annuaire du bureau, des longitudes pour l'an 1829. pag. 143.

§. 19.

Wir haben bereits gesagt, daß es einen gewissen Punkt giebt, bei welchem die Temperatur einer Flüssigkeit zu steigen aufhört, und daß alle Wärme, welche über diesen Punkt hinaus mitgetheilt wird, auf die Dampfbildung verwendet wird. Es ist ausgemittelt worden, daß, wenn Wasser bei 212° unter einem Drucke, welcher 30 Zoll Quecksilberhöhe gleichkommt, ins Sieden gelangt, ein Kubikzoll Wasser einen Kubikfuß *) Dampf erzeugt, dessen elastische Kraft gleich ist dem atmosphärischen Druck, und dessen Temperatur 212° F. beträgt. Da nun ein Kubikfuß 1728 Kubikzoll enthält, so folgt daraus, daß, wenn Wasser bei dieser Temperatur aus dem flüssigen Zustand in denjenigen des Dampfes übergeht, sein Volumen 1728mal vergrößert wird.

§. 20.

Es giebt mehrere Umstände, welche vermuthen lassen, daß beim Dampfbildungsprocesse eine be-

*) Die Ausdrücke Kubikzoll und Kubikfuß sind leicht zu erklären. Ein gewöhnlicher Würfel, dessen man sich beim Spielen bedient, hat die Gestalt eines Kubus. Ein Kubus oder Würfel hat 12 gerade, einander gleiche Kanten und 6 Seiten, die Quadrate bilden und untereinander gleich sind. Besitzt jede solche Kante einen Zoll Länge, so nennt man einen solchen Körper einen Kubikzoll, und einen Kubikfuß, oder Kubikelle, wenn die Länge der Kante einen Fuß, oder eine Elle beträgt. In Fig. 6. ist der Würfel perspectivisch dargestellt.

trächtliche Quantität Wärme absorbirt werde. Man hat im Allgemeinen die Bemerkung gemacht, daß Ausdehnung einen Zuschuß von Wärme anzeigt, und in diesem Falle scheint eine Ausdehnung statt=zufinden, welche eine Vermehrung des Volumens in dem Verhältnisse von 1728 zu 1 zur Folge hat. Man kann auch bemerken, daß alle auf die Flüs=sigkeit übergetragene Wärme, nachdem erstere den Siedepunkt erreicht hat, auf Dampfbildung ver=wendet wird, und dennoch dauert es sechsmal län=ger, eine gegebene Quantität Wasser in Dampf von 212° zu verwandeln, als dieselbe Quantität vom Gefrierpunkte (32° F.) bis zum Siedepunkte zu bringen. Daraus folgt nun, angenommen daß die Wärme ganz gleichförmig angewendet worden, daß sechsmal mehr Wärme dazu gehört, eine Quantität Wasser von 212° in Dampf zu verwan=deln, als dieselbe Quantität von 32° bis zu 212° zu erwärmen; oder was auf eins hinauskommt, man braucht, um eine Quantität Wasser von 212° in Dampf zu verwandeln, eben soviel Wärme, als man nöthig haben würde, um die sechsfache Quan=tität von 32° bis auf 212° zu erwärmen.

Eine andere Weise, diese auffallende Thatsache darzustellen, besteht darin, daß, wenn 1 Kubikzoll Wasser im Zustande des Dampfes bei 212° mit 6 Kubikzoll Wasser von 32° vermischt wird, die ganze Masse 7 Kubikzoll Wasser von 212° bil=det. Der Ueberschuß von Wärme, welcher erfor=

derlich ist, um das Wasser in dem Zustande des Dampfes zu erhalten, ist demnach hinlänglich, die 6 Kubikzoll Wasser von 32° bis auf 212° zu erwärmen.

Ein Kubikfuß Dampf, welcher aus Wasser von 212° erzeugt worden, besitzt an und für sich ebenfalls nur die Temperatur von 212°. Man muß deßhalb schließen, daß der ganze Zuschuß von Wärme, den das Wasser während des Processes der Dampfbildung erhalten hat, darauf verwendet worden sey, ihm die elastische Form zu geben, und weil dieser Wärmezuschuß keinen Eindruck auf das Thermometer macht, so nennt man ihn gebundene Wärme. Aus den eben erwähnten Thatsachen läßt sich der unermeßliche Aufwand von Wärme bei der Dampfbildung begreifen.

Da die Temperatur, bei welcher das Wasser siedet, abhängig ist von dem Drucke, dem es unterworfen ist, so wird begreiflich, daß es für die dem Wasser mittheilbare Temperatur keine andere Grenze giebt, als diejenige des mechanischen Druckes, dem wir dasselbe zu unterwerfen vermögen. Wir werden weiter unten sehen, daß sich die Temperatur des Wassers bis auf 600°, 700° oder 800° steigern läßt, ja daß es rothglühend gemacht werden kann.

Die Temperatur des Dampfes, nachdem er einmal die Dunstgestalt angenommen hat, kann verändert werden. Dampf z. B., welcher aus

Wasser von 180° entbunden worden ist, kann nachher bis auf 212° in der Temperatur erhöht werden. Aber Dampf, den man auf diese Weise entbunden und bis auf 212° gebracht hat, übt nicht soviel Druck aus, als Dampf, welcher unmittelbar aus siedendem Wasser bei 212° erzeugt worden ist; der Druck des erstern ist beträchtlich schwächer, als derjenige des letztern.

§. 21.

Auf gleiche Weise, wie eine Flüssigkeit in Dampf verwandelt wird, wenn man derselben einen überschüssigen Vorrath von Wärme mittheilt, so kann auch der Dampf in den tropfbar flüssigen Zustand zurückgeführt werden, wenn man ihm eine hinlängliche Portion Wärme entzieht. Wenn ein verschlossenes Gefäß mit Dampf gefüllt ist, und ein Strahl kaltes Wasser in dasselbe getrieben wird, so entzieht das Wasser dem Dampf augenblicklich eine Quantität Wärme, so daß derselbe wieder zu Wasser wird und in dieser Gestalt auf den Boden des Gefäßes niedergeschlagen wird. Dieselbe Eigenschaft giebt sich auch kund, wenn man den Dampf mit einer kalten Oberfläche in Berührung kommen läßt. Man halte irgend einen Körper vor den dampfenden Ausguß eines Theekessels, und er wird den Augenblick naß werden. Diese Nässe ist in Wasser verwandelter Dampf, der einen Theil seiner Wärme an den erwähnten Körper verloren

hat. Diese Umwandlung des Dampfes in Wasser durch Entziehung der Wärme heißt Verdichtung.

Vermöge dieser Eigenschaft läßt sich der Dampf zur Bildung eines Vacuums benutzen. Läßt man nämlich den Dampf durch ein Gefäß streichen, so treibt er die Luft aus und nimmt die Stelle derselben ein. Wird das Gefäß alsdann verschlossen und abgekühlt, so verwandelt sich der Dampf in Wasser, und während er sich tropfenweise am Boden und an den Wandungen des Gefäßes sammelt, wird der Raum, den er vorher einnahm, ein Vacuum. Dieser Versuch läßt sich sehr leicht machen. Man nehme eine lange Glasröhre, welche an dem einen Ende eine hohle Glaskugel hat und am andern Ende offen *) ist, schütte in das offene Ende eine kleine Quantität Weingeist und halte die Glaskugel über die Flamme einer Lampe, so daß der Spiritus ins Kochen kommt. Nach einiger Zeit wird man bemerken, daß der Dampf reichlich aus dem offenen Ende der Röhre heraustritt, welches zu oberst gehalten werden muß. Sobald diese Erscheinung eintritt, kehre man die Röhre um und tauche das offene Ende in ein mit kaltem Wasser gefülltes Becken. Nachdem die Wärme auf diese Weise entfernt worden ist, verwandelt die kalte Luft den Dampf in der Röhre in Flüssigkeit, es

---

*) Eine gewöhnliche Glasflasche mit langem Hals ist für diesen Versuch ebenfalls tauglich.

entsteht dadurch ein leerer Raum, so daß der atmosphärische Druck auf die Oberfläche des Wassers im Becken wirkt und das Wasser mit beträchtlicher Kraft emportreibt, so daß es die Glaskugel füllt.

Bei diesem Versuche thut man besser, Spiritus, statt Wasser, anzuwenden, weil derselbe bei einem niedrigern Wärmegrade siedet und die Glasröhre nicht so leicht der Gefahr des Zerbrechens aussetzt; auch läßt sich die Röhre bei Anwendung von Spiritus weit leichter handhaben.

Zweites Capitel.

Erfindung der Dampfmaschine. — Hero von Alexandrien. — Blasco de Garay. — Salomon de Caus. — Branca. — Marquis von Worcester. — Sir Samuel Moreland. — Dyonisius Papin. — Hauptmann Savery.

---

§. 22.

Die Erfindung der Dampfmaschine ist von verschiedenen Nationen und von verschiedenen Individuen derselben Nation in Anspruch genommen worden. Die Freunde derer, welche diese Ehre in Anspruch nahmen, haben diese Prätensionen mit einem Nachdruck und einem Eifer unter-

stützt, der den Anstrich von nationalem und persönlichem Vortheil in hohem Grade besaß; und der Streit ist in manchen Fällen mit einer Erbitterung geführt worden, die sowohl der Sache, welcher er galt, als der Wissenschaft ganz unwürdig war.

Die Dampfmaschine, wie sie gegenwärtig besteht: ist nicht die ausschließliche Erfindung eines Einzigen, sondern eine Verbindung von Erfindungen, welche sich während der beiden letzten Jahrhunderte angehäuft haben. Wer ihre Geschichte rückwärts verfolgen und den ersten Erfinder derselben ausmitteln will, wird auf dieselben Schwierigkeiten stoßen, die sich vorfinden, wenn die Quelle eines großen Flusses aufgesucht werden soll: je weiter man nämlich stromaufwärts geht, desto schwieriger und wohl gar unmöglich wird es, ihn von seinen Nebenflüssen zu unterscheiden, und man findet endlich eine Menge kleiner Bäche, deren jeder so unbedeutend ist, daß er der Ehre unwürdig zu seyn scheint, die Quelle des majestätischen Stromes, welcher die Untersuchung veranlaßte, genannt zu werden.

Dieser eben so mühsamen, als interessanten Untersuchung hat sich neuerdings der um die Wissenschaften rühmlichst verdiente Arrago unterzogen *)

---

*) Annuaire du bureau, des longitudes pour l'an 1825. pag. 143.

und wir theilen hier das Resultat seiner Forschungen im Auszuge mit. Den ersten Vorschlag, die Kraft der Dämpfe als bewegende Mittel zu benutzen, hat schon Hero von Alexandrien 120 Jahre vor Christi Geburt gemacht, derselbe nämlich, dessen Wasseruhren und Automaten zu seiner Zeit viel Bewunderung erregten, und von welchen auch der bekannte Heronsbrunnen den Namen hat*).

Wenn Flüssigkeiten, Gase, oder Dämpfe unter Umständen, die sogleich näher bezeichnet werden sollen, aus Gefäßen strömen, so werden sie zu einer Ursache der Bewegung, welche man gehörig zu würdigen hat, wenn man die Wirkungsart eines kleinen von Hero von Alexandrien erfundenen Apparats verstehen will, welcher das erste Beispiel darbietet, wo der Wasserdampf als Bewegungskraft angewandt war.

Man denke sich eine gebogene Röhre A B C Fig. 7, deren beide Schenkel A B und B C einen rechten Winkel bilden. Man nehme an, der Schenkel B A sey senkrecht, gehe lose durch einen befestigten Ring M N und ruhe unten auf einer Spitze oder einem Stachel T, so daß er sich ohne Hin-

---

*) Die zahlreichen Werke, die er schrieb, sind bis auf drei verloren gegangen. Die Maschine, von der hier die Rede seyn wird, ist in der Schrift: „Heronis Alex. spiritualium liber. Amstelodami 1680. 4to pag. 88. beschrieben.

derniß drehen kann. Gießt man unter diesen Umständen Wasser durch den oben befindlichen Trichter, so hat man zwei von einander sehr verschiedene Fälle zu betrachten. Läuft die Flüssigkeit aus dem horizontalen Schenkel in der Richtung B C aus, so bleibt der ganze Apparat unbeweglich. Ist dagegen die Röhre B C am Ende verstopft, und läuft die Flüssigkeit nun aus einer seitlichen Oeffnung S, so wird sich die Maschine von selbst bewegen. Sie wird sich so lange um A B drehen, als der Ausfluß dauert, und zwar nach der Richtung, die der des Wasserstrahls entgegengesetzt ist.

Sämmtliche Maschinen, bei denen man das Wasser auf die eben angezeigte Weise angewendet hat, könnte man mit dem generellen Namen: Rückwirkungsmaschinen bezeichnen *). Ein Gas, welches schnell durch die Winkelröhre A B C streicht, wirkt auf dieselbe Weise, wie das Wasser. Die Röhre wird unbeweglich bleiben, wenn das Gas in der Richtung B C, und wird sich drehen, wenn es in seitlicher Richtung ausströmt.

Diese vorläufigen Betrachtungen reichen hin, um die Wirkungsart des Dampfes bei der Hero'schen

---

*) Den deutschen Physikern ist diese Maschine unter dem Namen der Segner'schen bekannt. Der Engländer Barker gründete auf dieselbe sogar die Einrichtung seiner Centrifugalmühle.

Maschine zu verstehen. Angenommen, eine hohle Metallkugel, die sich zwischen zwei Zapfen A und B Fig. 8 drehen kann, sey mit sehr elastischem Dampf angefüllt, und dieser Dampf könne durch ein vorspringendes Rohr D C, welches zu A B senkrecht gerichtet ist und die Verlängerung eines der Radien der Kugel bildet, ausstreichen. Ist das Rohr nun an der Spitze offen, so wird es sich nicht drehen und überhaupt gar nicht darauf hinwirken, die Kugel zu bewegen, befindet sich aber die Oeffnung an der Seite, so wird sich die Kugel, wenn der Dampf ausstreicht, nach der entgegengesetzten Seite drehen, und diese Drehung wird unaufhörlich fortgehen, wenn z. B. der Zapfen A hohl ist und an dem einen Ende mit dem Innern der Kugel und an dem andern mit einem Dampfkessel communicirt, so daß der bei S ausströmende Dampf fortwährend ersetzt wird.

In der Figur, welche Hero von seinem kleinen Apparate mitgetheilt hat, sind zwei einander diametrisch entgegengesetzte Ausströmungsröhren abgebildet, deren seitliche Oeffnungen eine solche Lage haben, daß sie beide darauf hinwirken, die Kugel nach derselben Richtung zu drehen.

In dem Werke „Spiritualia etc.“ findet sich auch die Beschreibung einer der eben angeführten ganz ähnlichen Maschine, wo jedoch statt des Dampfstroms bloß ein solcher von heißer Luft thätig ist. Es verdient übrigens hier noch angeführt

zu werden, daß schon Aristoteles und Seneca die Erdbeben der plötzlichen Verwandlung des Wassers in Dampf schuld gaben und daher die ungeheure Kraft des Dampfes hinlänglich zu würdigen verstanden.

Blasco de Garay im Jahr 1543. Herr v. Navarette hat im Jahr 1826 in der Correspondence astronomique des Baron v. Zach folgende Notiz mitgetheilt, welche er von Thomas Gonzalez, dem Director des Königl. Archivs von Simancas, erhalten hatte.

„Der Schiffs-Capitain Blasco de Garay schlug im Jahr 1543 dem Kaiser Carl V. vor, eine Maschine in Ausführung zu bringen, durch welche Schiffe, selbst bei windstillem Wetter, ohne Segel und Ruder bewegt werden könnten. Den 17. Juni 1543 wurde wirklich im Hafen von Barcelona auf dem Schiff La Trinidad von 200 Tonnen ein Versuch angestellt, der sehr günstig ausfiel, und bei welchem man vorzüglich die Geschwindigkeit bewunderte, mit der sich das Schiff drehte.

„Garay hielt seine Erfindung theilweise geheim, indeß bestand sie doch der Hauptsache nach aus einem großen Kessel mit kochendem Wasser und zwei zu beiden Seiten des Schiffs angebrachten Rädern.

„Trotz der Einwendung des Schatzmeisters Ravago, welcher mit andern Personen, auf Befehl des Kaisers, dem Versuche beiwohnte, daß

die Maschine zu complicirt, kostspielig und, weil der Kessel springen könne, gefährlich sey, wurde dieselbe für gut befunden, und der Erfinder befördert und reich beschenkt.

„Die Richtigkeit dieser Angabe wird durch die im Archive von Simancas befindlichen Original-Documente bestätigt.

Simancas, 27. August 1825.

Thomas Gonzalez."

Nach Hr. v. Navarette wären demnach die Dampfboote eine ursprünglich spanische Erfindung, und Blasco de Garay als der eigentliche Erfinder der Dampfmaschinen zu betrachten. Die Geschichte der Wissenschaften kann jedoch lediglich auf gedruckte Documente gegründet werden, und wenn selbst das Factum des Versuchs als ausgemacht angenommen würde, so bleibt die Art der Ausführung doch zweifelhaft. Dieß Document verdient keine Berücksichtigung, 1) weil es weder im Jahr 1543, noch später gedruckt wurde; 2) weil sich daraus nicht ergiebt, daß das Schiff wirklich durch eine Dampfmaschine bewegt worden sey; 3) weil, wenn es wirklich eine Dampfmaschine war, diese sich höchst wahrscheinlich auf dasselbe Princip, wie die des Hero in Alexandrien, stützte.

Salomon de Caus, Jahr 1615. Dieser ist der Verfasser eines 1615 zu Frankfurt erschienenen Werkes, welches den Titel führt: Raison des forces mouvantes avec diverses machines

tant utiles que plaisantes etc. Unter andern sinnreichen Erfindungen, welche in spätern Zeiten als neu dargestellt worden sind, enthält dieses Werk unter Nro. 5 folgenden Satz: Das Wasser wird durch Hülfe des Feuers in die Höhe getrieben. Diesen Satz beweist Caus folgendermaßen: „Das dritte Mittel, das Wasser in die Höhe zu treiben, ist das Feuer, und hierauf lassen sich verschiedene Maschinen gründen, von denen eine beschrieben werden soll. Eine kupferne Kugel A Fig. 9 sey rings herum vollkommen luftdicht geschlossen; jedoch mit einer Röhre, D, durch welche man das Wasser einfüllt, und mit einer zweiten, B C, versehen, welche oben in die Kugel eingelöthet ist, während sich ihr unteres Ende dem Boden nähert, ohne denselben jedoch zu berühren. Wenn man nun die Kugel durch D mit Wasser füllt, den Hahn schließt, und dieselbe über das Feuer bringt, so wird die Hitze alles Wasser durch die Röhre B C treiben."

Der eben beschriebene Apparat ist eine wahre, als Pumpe dienende Dampfmaschine; indeß wird man vielleicht glauben, daß Caus die Ursache des Aufsteigens der Flüssigkeit durch die Röhre B C nicht gekannt habe; daß er sie erkannt habe, läßt sich aber aus andern Stellen seines Werks nachweisen *).

---

*) Seite 2 und 3 der citirten Schrift heißt es z. B.: „Die

Branca, J. 1829. Branca ist der Verfasser einer Compilation, welche den Titel führt: Le machine del sig. G. Branca; Roma 1629. Dieses Werk enthält die Beschreibung aller dem Verfasser bekannten, früher noch nicht beschriebenen Maschinen. Unter ihnen bemerkt man eine Dampfkugel, die sich über einem Heerde befindet und eine solche Stellung hat, daß der aus ihrem Rohre oder Halse herausfahrende Dampf gegen die Schaufeln oder Flügel eines kleinen liegenden Rades stößt, welches dadurch in Drehung gesetzt wird. Durch ein Gebläse, welches unausgesetzt wirkt, würde offenbar dieselbe Wirkung hervorgebracht werden. Wie man in dieser Dampfkugel den ersten Keim der heutigen Dampfmaschinen hat erblicken können, ist ein Räthsel. Uebrigens ist das von Branca zusammengetragene Werk später erschienen, als die beiden ersten Ausgaben von Salomon de Caus's Werke.

§. 23.

Marquis von Worcester 1663 *). The scantling of une hundred inventions (Skizze

---

Kraft des Dampfes, welche das Wasser zum Steigen bringt, rührt eben von diesem Wasser her, und nachdem das Wasser mit großer Gewalt durch die Hahnöffnung getrieben ist, wird auch der Dampf austreten."

*) Edward Sommerset, Marquis von Worcester, welchen die Engländer als den eigentlichen Erfinder der Dampfma-

von 100 Erfindungen) vom Marquis von Worcester erschien im Jahr 1663, während der Regierung Carl's II. Bekannter ist dieses Werk unter dem Titel: Century of inventions. Der Apparat, welchen die englischen Schriftsteller als die erste Dampfmaschine betrachten, wird als die 68ste Erfindung folgendermaßen beschrieben:

„Ich habe ein ausgezeichnetes und sehr kräftiges Mittel erfunden, Wasser mit Hülfe des Feuers zu heben, nicht durch Saugung, denn dann würde man, wie die Physiker sich ausdrücken: intra sphæram activitatis gebannt seyn, indem das Saugen nur auf gewisse Entfernungen stattfindet, wogegen mein Mittel, wenn das Gefäß hinreichend stark ist, keine Gränzen anerkennt. Ich nahm eine Kanone, die in der Nähe der Mündung geplatzt war, füllte

---

schine betrachten, lebte unter der Regierung der lezten Stuarts, nahm an den politischen Bewegungen jener Zeit viel Antheil und wurde mehrmals eingekerkert. Während seiner letzten Gefangenschaft soll er durch das in die Höhe fahren des Deckels eines Kochtopfs zuerst auf den Gedanken gebracht worden seyn, den Dampf als nützliche Kraft zu verwenden. Uebrigens müßte man annehmen, er habe das Werk Salomon de Caus's nicht gekannt, von welchem doch, während sich der Marquis als Flüchtling in Frankreich aufhielt, eine zweite Ausgabe erschien, und dieß ist bei einem Manne, der sich um die Erfindungen im Gebiete der Mechanik so sehr bekümmerte, wie der Marquis, nicht anzunehmen.

sie zu $^3/_4$ Theilen mit Wasser und schraubte die vordere Oeffnung und das Zündloch zu; hierauf machte ich ein Feuer darunter an, und nach 24 Stunden platzte die Kanone mit einem großen Krach; alsdann erfand ich Gefäße, welche durch die Entwickelung einer in ihnen wirkenden Kraft stärker werden und sich abwechselnd mit Wasser füllten, und so brachte ich es dahin, daß das Wasser bei 40 Fuß Höhe in einem unausgesetzten Strome auslief. Ein mit Wasser, welches durch die Wirkung des Feuers verdünnt wurde, gefülltes Gefäß, hob das vierzigfache Volum an Wasser in die Höhe. Der Maschinenwärter braucht nur zwei Hähne zu öffnen, so daß in dem Augenblicke, wo das eine der beiden Gefäße (Dampfkessel) leer geworden ist, es sich wieder mit kaltem Wasser füllt, und das andere in Wirksamkeit zu treten beginnt, u. s. f. Das Feuer wird durch denselben Arbeiter unterhalten, wozu ihm während der Zeit zwischen dem Oeffnen und Schließen der Hähne hinreichende Muße bleibt.“

Unsere Leser wissen nun Alles, was der Marquis von Worcester je über die Dampfmaschine geschrieben hat, und worauf sich Partington in seiner neuen Ausgabe des Century of inventions vom Jahr 1825 stützt, wenn er, in Uebereinstimmung mit allen seinen Landsleuten, sagt: der Marquis von Worcester sey der Erste gewesen, welcher den Dampf als mechanische Kraft angewandt habe.

Wir wollen nun diesen so häufig citirten Paragraphen unpartheiisch betrachten und zusehen, was er eigentlich besagt.

Wir sehen darin zuvörderst einen Versuch, aus dem sich ergiebt, daß der Dampf die Gefäße, in denen er abgesperrt ist, endlich zersprengen kann. Dieser Versuch war aber schon im Jahr 1605 bekannt, indem Flurence Rivault ausdrücklich sagt, daß die Dampfkugeln (Aeolipilen, Blaskolben) mit Krachen platzen, wenn man dem Dampf den Austritt verwehrt. Er fügt sogar hinzu: „die Wirkung der Verdampfung des Wassers kann die muthigsten Menschen erschrecken.“ (Elemens d'artillerie p. 128. Paris 1605.)

Wir erkennen ferner darin die Idee, das Wasser mittelst der elastischen Kraft des Dampfes zu heben; allein diese Idee gehört Salomon de Caus an, welcher dieselbe 48 Jahre früher, als jener englische Schriftsteller, bekannt gemacht hatte.

Wir finden ferner darin die Beschreibung einer zur Erreichung dieser Wirkung geschickten Maschine; allein die des Salomon de Caus konnte ja auch, wenn das Gefäß und die Hitze hinreichend stark wären, Wasser bis zu jeder beliebigen Höhe hinauftreiben. Vielleicht, wird man sagen, die Maschine des Marquis von Worcester sey vorzüglicher, allein es ist ja hier nicht die Rede davon, wer die beste Dampfmaschine erfunden habe, sondern wer zuerst darauf verfallen sey, die elastische

Kraft des Dampfes zum Heben eines Gewichts, oder zur Hervorbringung einer Bewegung zu benutzen. Uebrigens ist die Beschreibung der Maschine des Marquis viel zu unbestimmt, als daß sich die Beschaffenheit der letztern völlig darnach beurtheilen ließe, und an die Worte des Textes hat man sich lediglich zu halten. Auf diese Weise ist auch Hr. Stuart zu dem Schlusse gelangt, daß man sich der Beschreibung seines Landmanns so viel möglich nähern werde, wenn man zwei Apparate von Salomon de Caus in der Art verbände, daß sie durch ihr Wechselspiel ein unausgesetztes Auslaufen von Wasser hervorbrächten.

Da Thomas Young, Desaguliers, Partington, Tredgold, Millington, Nicholson, Lardner ꝛc. den Marquis von Worcester als den ersten Erfinder der Dampfmaschine dargestellt haben, so war ihnen ohne Zweifel das Werk von Salomon de Caus unbekannt. Da wir aber im Vorstehenden nachgewiesen haben, daß die erste Idee, mittelst der Kraft des Dampfes Gewicht zu heben, dem französischen Schriftsteller Salomon de Caus angehört, daß selbst, wenn die Maschine seines Rivalen je wirklich existirt hat, sie doch, allem Anschein nach, nur in einer Erweiterung der ein halbes Jahrhundert früher in dem Werke: Raisons des forces mouvantes beschriebenen bestand, so wird man sich ohne Zweifel beeilen, in Zukunft den bescheidenen Namen des Salomon de Caus überall an

die Stellen zu setzen, wo bisher der des Marquis von Worcester figurirte *).

Sir Samuel Moreland **), Jahr 1683.

Schon 1682 suchte dieser Mann am Hofe Ludwig XIV. Unterstützung für den Bau von Maschinen, welche das Wasser vermittelst der Dämpfe heben sollten. So unvollkommen auch seine Angaben hierüber sind, so geht doch soviel deutlich hervor, daß Moreland die ersten sehr wichtigen Versuche über die Expansion und Kraft der Wasserdämpfe angestellt habe. Im brittischen Museum befindet sich ein sehr schönes Manuscript desselben, von 38 Seiten,

---

*) Der Marquis von Worcester wird übrigens von Robinson (Encyc. Brit. Art. Steam Engine), vorzüglich aber von Stuart (in dessen Descriptive History of the Steam Engine pag 10.) vielmehr für einen prahlerischen Schwärmer ausgegeben, von welchem es noch zweifelhaft sey, ob er den bekannten Vorschlägen zu solchen Maschinen überhaupt etwas Eigenes hinzugefügt habe.

**) Dieser Mann nahm, wie Worcester, an den Vorgängen des Bürgerkrieges thätigen Antheil. Cromwell bediente sich desselben bei verschiedenen diplomatischen Angelegenheiten, wobei er zugleich den Spion Carls II. gemacht haben soll, welcher ihn nach seiner Wiedereinsetzung in den Baronenstand erhob. Moreland hatte sich mit verschiedenen acustischen Aufgaben, unter andern mit der letzten Gestalt der Sprachröhre, beschäftigt. Er starb im Jahr 1696 zu Hammersmith, nachdem er, sonderbarer Weise, aus Reue über seine Sünden, eine große Sammlung von musikalischen Werken 6 Fuß tief in die Erde hatte vergraben lassen.

wovon 4 über die Dampfmaschine handeln. Die Stelle, wegen deren man in England dem Sir Moreland ein Verdienst in Ansehung der Verbesserung der Dampfmaschine zuschreibt, lautet folgendermaßen: „Das durch die Kraft des Feuers verdampfte Wasser nimmt sogleich einen etwa 2000mal größern Raum in Anspruch, als das Wasser vorher einnahm, und würde eher eine Kanone sprengen, als sich absperren lassen. Nach den Regeln der Statik, des Maaßes, Gewichts und Gleichgewichts behandelt, trägt aber der Dampf, wie ein gutes Pferd, seine Last geduldig, und könnte daher dem Menschengeschlecht, insbesondere rücksichtlich des Wasserhebens, von großem Nutzen seyn, wie folgende Tabelle angibt, welche die Zahl der Pfunde, die durch halb mit Wasser gefüllte Cylinder in der Stunde 18,000mal 6 Zoll hoch gehoben werden können, so wie die verschiedenen Durchmesser und Tiefen besagter Cylinder bezeichnet."

Wäre das Moreland'sche Werk vor dem des Salomon de Caus und Worcester erschienen, so würde ihm das Verdienst einer Erfindung nicht abgesprochen werden können. Indeß muß man zu seiner Ehre eingestehen, daß seine Zahlenangaben, wenn man die Zeit, wo sie gemacht wurden, in Anschlag bringt, auffallend richtig sind.

Dyonisius Papin *) 1690 und 1695.

---

*) Papin war zu Blois geboren; er studirte Medicin und

Man denke sich einen großen senkrechten Cylinder, A B C D Fig. 10. der oben ganz offen ist und auf einer Grundfläche von Metall ruht, welche mit einem Ventile, S, versehen ist, das von unten nach oben aufgeht. In diesen Cylinder denke man sich einen beweglichen Kolben, P, der ringsherum genau anschließt. Auf die obere Fläche dieses Kolbens wird die Atmosphäre mit ihrer ganzen Schwere drücken, und wenn die Klappe S offen ist, so wird die in den Theil D C E F eindringende atmosphärische Luft mit derselben Kraft von unten nach oben drücken, so daß sich also diese beiden Kräfte das Gleichgewicht halten, und der Kolben nur vermöge seiner eigenen Schwere niederdrückt. Es braucht also von unten nur eine Kraft einzuwirken, die das Gewicht des Kolbens ein wenig übersteigt, um diesen bis an das Obertheil des Cylinders zu treiben und dort zu halten.

Wir wollen nun annehmen, daß der Kolben wirklich auf diese Weise bis an das äußerste Ende seines Zugs hinaufgedrängt sey, in welcher Lage Fig. 11. ihn zeigt, und nun versuchen, ihn mit

---

wurde zu Paris Doctor. Die Widerrufung des Edikts von Nantes zwang ihn zur Auswanderung nach England, wo er im Jahr 1680 Mitglied der Königlichen Gesellschaft wurde. Später von dem Landgrafen von Hessen nach Deutschland berufen, las er mehrere Jahre mit Beifall an der Universität Marburg über Mathematik; er starb im Jahr 1710.

Kraft hinabsteigen zu lassen. Ein sehr wirksames Mittel würde darin bestehen, daß man die Klappe S schlöße, und dann, wo möglich, plötzlich die in A B C D enthaltene Luft zum Verschwinden brächte; alsdann würde der Kolben nur von der auf ihm lastenden äußern Atmosphäre von oben nach unten gedrückt werden. Dieser Druck würde dem Gewicht eines 32 Fuß hohen Cylinders von Wasser, oder eines 28 Zoll hohen Cylinders von Queckſilber gleichstehen, der dieselbe Grundfläche hätte, wie der Kolben; dieser würde dann nothwendig herabsteigen und könnte sogar ein Gewicht nach sich ziehen, welches dem des oben angeführten Wasser- oder Queckſilber-Cylinders fast gleichstünde.

Nehmen wir nun an, daß in dem Augenblicke, wo die herabsteigende Bewegung vollendet ist, das Ventil S geöffnet werde, so wird die Atmosphäre von unten wirken und der von oben einwirkenden Atmosphäre das Gleichgewicht halten. Es bedarf dann nur einer geringen Anstrengung, um den Kolben wieder bis an den höchsten Punkt des Pumpenstiefels hinauf zu treiben und alle Theile des Apparats in ihre anfängliche Lage zurück zu führen. Durch eine abermalige Entziehung der innern Luft wird der Kolben wieder herabsteigen.

Es gehört also bei diesem Apparate nur ein kleiner Kraftaufwand dazu, um den Kolben in die Höhe zu treiben, während die herabsteigende Bewegung die kräftigsten Wirkungen hervorbringen

kann. Ist in der Mitte des Kolbens mit dem einen Ende ein Seil befestigt, und das andere über eine Rolle gehängt, so kann mit jedem Kolbenschub ein bedeutendes Gewicht um die ganze Länge des Stiefels gehoben werden. Hätte der Cylinder zwei Meter im Durchmesser, so könnte das Gewicht 31,000 Kilogramme betragen.

Die Idee der eben beschriebenen Maschine gehört Papin. Sie ist in den Leipziger Verhandlungen für's Jahr 1688, S. 644, ganz deutlich beschrieben, und man findet auch eine Darstellung derselben in dem 1695 zu Cassel gedruckten Werke: Recueil de diverses pièces touchant quelque nouvelles machines p. 38 u. f. Jetzt haben wir nur noch die Mittel anzuzeigen, welche Papin vorschlug, um zu den passenden Zeiten die Luftschicht zu beseitigen, welche, wenn sie unter dem Kolben geblieben wäre, dessen herabsteigende Bewegung verhindert haben würde, oder mit andern Worten, wie er im untern Theile des Pumpenstiefels ein Vacuum herstellte.

Jener Physiker wollte sich zu diesem Zwecke anfangs eines Wasserrads- bedienen, welches die Kolben einer gewöhnlichen Luftpumpe in Bewegung setzen sollte, und wenn sich das Fließwasser sehr weit von der Maschine befände, so sollte die Communication durch Metallröhren hergestellt werden.

In diesem Zustande wurde im Jahr 1687 die Maschine der Königlichen Gesellschaft zu London

vorgelegt, die jedoch dagegen Einwendungen machte, deren Papin nicht näher erwähnt (s. Recueil etc. p. 41). Früher hatte er den Versuch gemacht, das Vacuum durch Schießpulver zu erzeugen. „Aller angewandten Mühe ungeachtet," sagt er, „blieb jedoch ungefähr der fünfte Theil der für gewöhnlich im Rohre enthaltenen Luft, woraus zweierlei Uebelstände entsprangen. Einmal verliert man ungefähr die Hälfte der erforderlichen Kraft, so daß man, statt 300 Pfund nur 150 Pfund einen Fuß hoch heben kann, und ferner nimmt, jemehr der Kolben hinaufsteigt, die ihn hinabtreibende Kraft immer mehr ab; daher es sich nöthig machte, auf einem andern Wege zum Ziele zu gelangen, und da das Wasser die Eigenschaft hat, sich durch Erhitzung in Dämpfe zu verwandeln, welche so elastisch sind, wie die Luft, und sich durch Erkältung wieder in Wasser verwandeln, so war es nicht schwierig, eine Maschine einzurichten, in welcher das Wasser mit mäßiger Hitze und geringen Kosten den luftleeren Raum bewirkte, den man durch Schießpulver vergebens hervorzubringen versucht hat."

Dieser wichtige Abschnitt befindet sich auf S. 53 des 1695 zu Cassel gedruckten Recueil, und ist ein Auszug aus den Leipziger Verhandlungen vom August 1690. Darauf folgt eine Beschreibung des kleinen Versuchapparats, welchen Papin herstellte. Der Pumpenstiefel hatte nur $2^1/_2$ Zoll Durchmesser,

und wog keine 5 Unzen, hob aber bei jedem Schube 60 Pfund so hoch, als der Kolbenschub lang war. Der Dampf verschwand, wenn man das Feuer beseitigte, so vollkommen, daß der Kolben sich bis ganz auf den Boden senkte (Recueil p. 55). Das Wasser, aus welchem sich der Dampf bei diesen ersten Versuchen entwickelte, war nicht in einem besondern Kessel enthalten, sondern wurde in den Stiefel geschüttet, dessen Boden man dann unmittelbar erhitzte und durch Beseitigung des Feuers erkältete. Bei den im Jahr 1690 angestellten Versuchen reichte eine Minute hin, den Kolben bis an den höchsten Punkt des Stiefels zu treiben. Später wurde das Vacuum in $^1/_4$ Minute bewirkt.

Uebrigens führt Papin an, daß man die Niederschlagung des Dampfes mittelst Kälte durch verschiedene leicht auszuführende Vorrichtungen bewirken könne.

Die Maschine des Salomon de Caus und die des Marquis von Worcester, waren bloße Saugapparate, zum Heben des Wassers. Zu demselben Zwecke hatte auch Papin seine Maschine mit atmosphärischem Druck hauptsächlich vorgeschlagen; allein er gieng noch einen Schritt weiter und wieß sogar eine Methode nach, wie sich die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens in eine drehende verwandeln und daher zum Treiben von umgehenden Werken aller Art benutzen lasse. (Vergl. Recueil p. 58 u. 59, und die Leipz. Verhandl. vom J. 1690).

Aus dem Obigen läßt sich folgern, daß Papin die erste Dampfmaschine mit Kolben erfunden hat; daß er zuerst einsah, wie der Wasserdampf sich bequem dazu benutzen lasse, einen großen luftleeren Raum herzustellen, und daß er zuerst diese Eigenschaft des Dampfes auf seine Kolbenmaschine anwandte.

§. 24.

Hauptmann Savery, Jahr 1698. Daß die Feuermaschine des Salomon de Caus und die des Marquis von Worcester je zu Stande gekommen seyen, läßt sich nicht nachweisen; die des Papin wurde nur im Kleinen ausgeführt, und wenn daher die Savery'schen Maschinen auch, in Ansehung der Neuheit des Princips, kein großes Verdienst haben, so kann man ihnen doch dasselbe in sofern nicht absprechen, als es die ersten waren, die wirklich practische Anwendung fanden.

Savery erzählt, daß folgender Umstand zur Entdeckung des Grundsatzes geführt habe, auf welchem die Verdichtung beruht. Als er in einem Wirthshause eines Tages eine Flasche Florentiner-Wein getrunken hatte, verlangte er ein Waschbecken mit Wasser, um sich seine Hände zu waschen, und warf die ausgeleerte Flasche ins Kaminfeuer. Eine kleine Quantität Wein, die in der Flasche zurückgeblieben war, begann zu sieden, und aus der Mündung kam Dampf heraus. Er

verfiel auf den Gedanken, zu verſuchen, was geſchehen würde, wenn er die Flaſche umſtürze und mit dem Hals ins kalte Waſſer tauche. Nachdem er, um ſeine Hand vor der Hitze zu ſchützen, einen dicken Handſchuh angezogen hatte, führte er ſeinen Gedanken aus, und augenblicklich zog ſich das Waſſer aus dem Becken in die Flaſche und füllte dieſelbe (ſiehe §. 21.).

Dieſer Umſtand brachte den Hauptmann Savery auf den Gedanken, daß man den atmoſphäriſchen Druck benutzen könne, wenn man auf dieſe Weiſe ein Vacuum herſtellt. Wenn, ſtatt den Stiefel einer Pumpe mühſam auf die gewöhnliche Weiſe mittelſt eines Kolbens und Saugers luftleer zu machen, dieſer Zweck auf die Weiſe erreicht würde, daß man den Stiefel zuerſt mit Dampf füllt und dann denſelben Dampf verdichtet, d. h. niederſchlägt, ſo muß der atmoſphäriſche Druck das Waſſer im Brunnen hinauf in den Pumpenſtiefel und in jedes mit demſelben verbundene Gefäß treiben, vorausgeſetzt, daß dieſes Gefäß nicht mehr, als 34 engliſche Fuß (32 F.) über dem Waſſerſtande des Brunnens angebracht iſt. Savery begriff auch ganz gut, daß dieſes Waſſer noch weit höher getrieben werden könne, ſobald man die elaſtiſche Kraft des Dampfes mit benutzen würde, und daß eben dieſer Dampf durch ſeine ſpätere Verdichtung benutzt werden könne, nochmals ein Vacuum herzuſtellen und mehr Waſſer emporzuhe-

ben. Nach diesen Grundsätzen baute Savery seine Dampfmaschine.

§. 25.

An dieser, wie an jeder Dampfmaschine sind zwei Theile und zwar 1) derjenige, welcher zur Erzeugung des Dampfes dient (der Kessel) und 2) derjenige, in welchem der Dampf als bewegende Kraft angewendet wird (der Arbeitsapparat). Wir wollen jetzt den ersteren Theil in Savery's Maschine beschreiben.

Die Durchschnitte der beiden starken Kessel D, E, sind dargestellt in Fig. 12.; D ist der größere und E der kleinere. Die Röhren T und 'T stellen die Verbindung mit dem Arbeitsapparate her, welcher jetzt beschrieben werden soll. Eine schwache Metallplatte R ist am obern Theile des größern Kessels D befestigt und dreht sich an einem Stift C, so daß durch die Bewegung eines Hebels (Schlüssels), welcher an dem Stifte C außerhalb des Kessels sitzt, der Schieber R von der Mündung der einen Röhre unter die Mündung der andern abwechselnd geführt werden kann. Dieses Schiebeventil heißt der Regulator, weil durch denselben die Communication zwischen dem Kessel und zwei Dampfgefäßen, die weiter unten beschrieben sind, abwechselnd geöffnet und abgesperrt wird, wobei der Hebel, welcher dieses bewirkt, beständig

von der Hand des Maschinenaufsehers in Thätigkeit gesetzt wird.

Zwei Probirhähne mit ihren Röhren sind bei G, 'G abgebildet und dienen dazu, die Höhe des Wasserstandes im Kessel zu erfahren. Die untere Mündung der einen Röhre G befindet sich ein wenig über dem richtigen Wasserstand, und die untere Mündung der andern Röhre 'G ein wenig unter demselben. Oben sind beide Röhren mit Hähnen versehen, die man nach Willkühr öffnen und schließen kann. Der Dampf, der sich im obern Theile des Kessels sammelt, drückt auf die Oberfläche des Wassers und treibt es in den Röhren G, 'G empor, wenn die unteren Enden derselben ins Wasser eintauchen. Spritzt aus beiden Röhren G, 'G, wenn die Hähne geöffnet werden, Wasser, so ist zuviel Wasser im Kessel, indem die Mündung G unter ihrem richtigen Stande sich befindet. Dringt Dampf aus beiden, so ist zu wenig Wasser im Kessel, und die Mündung der Röhre 'G über ihrem Wasserstande. Sprudelt aber Dampf aus G und Wasser aus 'G, so hat das Wasser im Kessel seine richtige Höhe. Diese sinnreiche Vorrichtung zur Bestimmung der Wasserhöhe im Kessel ist ebenfalls Savery's Erfindung und wird in vielen Fällen noch gegenwärtig benutzt.

Die Mündung G muß in etwas weniger, als dem dritten Theile der ganzen Kesseltiefe, und die Mündung 'G in etwas mehr, als dem dritten Theil

dieser Tiefe vom Wasserspiegel berührt werden können, denn es ist nothwendig, daß etwa $^2/_3$ des Kessels immer mit Wasser gefüllt erhalten werden müssen. Die Röhre I verbindet den Hauptkessel D mit dem Hülfskessel oder Speisungskessel, E, und setzt sich beinahe bis auf den Boden desselben fort. Diese Verbindung kann durch den Hahn K willkührlich geöffnet und abgesperrt werden. Ein Probirhahn nebst seiner Röhre, ähnlich den Probirhähnen G 'G, aber bis beinahe an den Boden reichend, ist auch hier angebracht. Von diesem Kessel erhebt sich eine Röhre F bis in den Wasserbehälter C Fig. 13 und ein Hahn, bei M angebracht, läßt das Wasser, wenn er geöffnet wird, aus dem Wasserbehälter in den Speisungskessel E treten. Ist letzterer gefüllt, so wird der Hahn geschlossen. Die Art und Weise, wie dieser Behälter gespeist wird, soll weiter unten beschrieben werden.

Angenommen nun, der Hauptkessel sey so hoch gefüllt, daß das Wasser zwischen den beiden Probirhähnen steht, und daß der Hülfskessel beinahe mit Wasser gefüllt ist, während der Hahn K und die Probirhähne G, 'G sämmtlich geschlossen sind, so wird das Feuer unter D angezündet, das Wasser geräth ins Kochen, es wird Dampf erzeugt und derselbe durch die Röhren T 'T dem Arbeits-Apparate zugeführt. Wenn durch die Dampfbildung das Wasser in D bis unter die Mündung der Röhre 'G hinabgesunken ist, so macht es sich

nothwendig, den Kessel D wiederum zu füllen. Dieses wird auf folgende Weise bewerkstelligt: es wird Feuer unter den Speisungskessel E gemacht, es bildet sich Dampf über der Oberfläche des Wassers, und da derselbe keinen Ausgang findet, so drückt er auf die Oberfläche und treibt dadurch das Wasser in der Röhre I empor. Der Hahn K wird alsdann geöffnet, und das kochende Wasser in den Hauptkessel D getrieben, welchen man so lange damit speist, bis Wasser aus dem Probirhahn 'G zum Vorschein kömmt. Sobald dieses geschieht, wird der Hahn K geschlossen und das Feuer unter dem Kessel E weggenommen, bis der große Kessel wieder gefüllt werden muß. Wenn der Speisungskessel E ausgeleert ist, wird er aus dem Wasserbehälter C Fig. 13 durch die Röhre F wieder gefüllt, indem man den Hahn M öffnet.

§. 26.

Wir wollen nun den Arbeitsapparat beschreiben, in welchem der Dampf als bewegende Kraft benutzt wird.

V, 'V Fig. 13 sollen zwei Dampfgefäße vorstellen, welche durch die Röhren T, 'T (in Fig. 12 findet die nämliche Bezifferung statt) mit dem großen Kessel D in Verbindung stehen.

S sey eine Röhre, welche das Saugrohr heißt, in den Brunnen oder Wasserbehälter hinabsteigt, aus welchem das Wasser gehoben werden

soll, und mit jedem der Dampfgefäße mittelst der Röhren D, 'D durch Ventile A, 'A, die sich aufwärts öffnen, in Verbindung steht. F sey eine Röhre, welche sich von der Maschine aus bis zu der Höhe fortsetzt, auf welche man das Wasser heben will. Die Dampfgefäße V, 'V stehen durch die Ventile B, 'B, die sich aufwärts öffnen, und durch die Röhren E, 'E mit dem Steigrohr in Verbindung. Ueber den Dampfgefäßen und am Steigrohr ist ein kleines Reservoir C angebracht, welches, wie bereits erwähnt, durch eine Röhre mit kaltem Wasser gespeist wird; in dem Boden dieses Reservoirs ist eine Röhre eingesetzt, welche durch den Hahn G geöffnet und geschlossen werden kann. Sie führt den Namen der Verdichtungsröhre und kann von einem Dampfgefäße auf das andere bewegt werden. Eine andere Röhre verbindet dieses Reservoir mit dem Speisungskessel Fig. 12, wenn der Hahn M geöffnet wird *).

Die Communication der Röhren T, 'T mit dem Kessel läßt sich vermittelst des Fig. 12 bereits beschriebenen Regulators abwechselnd öffnen und absperren.

Angenommen nun, daß die Dampfgefäße und

---

*) Diese Röhre läuft in Fig. 14 vom Steigrohr über dem Reservoir C nach dem Speisungskessel E.

Röhren sämmtlich mit gewöhnlicher atmosphärischer Luft gefüllt sind und daß der Regulator eine solche Stellung hat, daß die Verbindung zwischen der Röhre T und dem Kessel geöffnet ist, während die Communication zwischen der andern Röhre 'T und dem Kessel abgesperrt ist, so wird der Dampf durch die Röhre T in V streichen. Anfangs, so lange das Gefäß V kalt ist, wird der Dampf verdichtet und in Gestalt von Wassertropfen auf den Boden und auf die Wandungen des Gefäßes fallen. Das fortwährende Einstreichen des Dampfes aus dem Kessel wird dem Gefäß V endlich einen solchen Grad der Wärme mittheilen, daß es den Dampf nicht mehr verdichtet. Vermischt mit der erwärmenden Luft im Gefäß V wird der Dampf eine größere Spannkraft besitzen, als der atmosphärische Druck, und deßhalb das Ventil B öffnen, aus welchem eine Mischung von Luft und Dampf so lange ausströmen wird, bis alle Luft im Gefäß V ausgetrieben ist und dasselbe nur reinen Wasserdampf enthält.

Nachdem dieses geschehen ist, wollen wir annehmen, der Regulator werde so bewegt, daß er die Verbindung zwischen der Röhre T und dem Kessel verschließe, so daß in das Gefäß V kein Dampf mehr dringen kann; zu gleicher Zeit soll die Verdichtungsröhre G über das Gefäß V bewegt und, nach geöffnetem Hahn, ein Strahl kaltes Wasser auf dasselbe ergossen werden: so wird

dadurch das Dampfgefäß abgekühlt und der Dampf, mit welchem es angefüllt ist, verdichtet werden, so daß er in Gestalt von Wassertropfen niederfällt und im Innern des Gefäßes ein Vacuum entsteht. Das Ventil B wird durch den atmosphärischen Druck geschlossen werden. Aber die elastische Kraft der Luft zwischen der Klappe oder dem Ventile A und der Oberfläche des Wassers im Brunnen oder Wasserreservoir wird die Klappe A öffnen, so daß ein Theil dieser Luft eindringt (siehe §. 21) und sich im Gefäße V ausbreitet. Die Luft im Saugrohr S, die auf diese Weise in einem größern Raume sich ausbreitet, verliert dadurch verhältnißmäßig von ihrer elastischen Kraft (siehe §. 6), und ihr Druck hält der auf die äußere Oberfläche L des Wassers im Reservoir drückenden Atmosphäre nicht mehr das Gleichgewicht. Dieser Druck treibt deßhalb das Wasser in der Röhre S empor, bis seine Last, sammt der elastischen Kraft der darüber befindlichen Luft, dem Drucke der Atmosphäre auf L (siehe §. 4) das Gleichgewicht hält. Sobald dieses geschieht, hört das Wasser zu steigen auf.

Wir wollen nun annehmen, daß durch Verschiebung des Regulators die Communication zwischen T und dem Kessel geöffnet werde, so daß der Dampf wiederum ins Gefäß V streicht, so wird das Gefäß, nachdem die Verdichtungsröhre G außer Thätigkeit gesetzt ist, wieder wie vorher

erhitzt, die Luft ausgetrieben und die Stelle derselben von Dampf erfüllt werden. Läßt man die Verdichtungsröhre wiederum Wasser auf das Gefäß V ausgießen, und keinen Dampf mehr in dasselbe einstreichen, so entsteht in demselben ein Vacuum, und der atmosphärische Druck auf L treibt das Wasser durch das Ventil A in das Gefäß V, welches davon beinahe angefüllt wird, so daß eine kleine Quantität Luft über demselben zurückbleibt.

Bis hierher wurde zum Heben des Wassers der atmosphärische Druck als mechanisches Agens angewendet und die Kraft des Dampfes nur zur Erzeugung eines Vacuums benutzt. Um aber das Wasser durch das Steigrohr F über das Dampfgefäß hinauszuheben, muß man den elastischen Druck des Dampfes anwenden. Das Gefäß V ist jetzt beinahe von dem Wasser gefüllt, welches durch die Atmosphäre in dasselbe getrieben worden ist. Angenommen nun, daß der Regulator nochmals verschoben, die Communication zwischen der Röhre T und dem Kessel geöffnet, und der Verdichtungshahn entfernt wird; so streicht der Dampf in das Gefäß V, kommt anfangs in Berührung mit der kalten Oberfläche des Wassers und des Gefäßes und wird verdichtet; aber das Gefäß wird bald erhitzt, und das aus dem verdichteten Dampfe gebildete Wasser bildet die oberste Schicht auf der Oberfläche des Wassers in V, so daß diese Oberfläche die Hitze des siedenden Wassers

besitzt *). Der Dampf wird nun nicht mehr verdichtet, drückt mit seiner elastischen Kraft auf die Oberfläche des Wassers, und sobald dieser Druck grösser, als der atmosphärische wird, so wird die Klappe B geöffnet, und das durch diese Oeffnung dringende Wasser gelangt durch die Röhre E in das Steigrohr F, und dieses dauert fort, bis der Dampf alles Wasser aus V verdrängt hat und die Stelle desselben einnimmt.

Der fernere Zutritt des Dampfes durch T wird noch einmal durch die Verschiebung des Regulators abgeschnitten, und nachdem die Verdichtungsröhre wieder auf V, ihre Wirkung hervorgebracht hat, so daß sich der Dampfinhalt dieses Gefäßes verdichtet, so entsteht ein leerer Raum. In diesen leeren Raum wird der atmosphärische Druck auf L das Wasser wie vorher treiben und das Gefäß V füllen. Nachdem nun der Hahn des Verdichtungsrohres geschlossen und Dampf durch T eingestrichen ist, so wird das Wasser in V, vermöge des Druckes, welchen der Dampf ausübt, durch das Ventil B und die Röhre E in das Steigrohr F getrieben, und so schreitet der Proceß fort.

Wir haben bis jetzt des andern Dampfgefäßes V noch nicht Erwähnung gethan, welches, unserer Beschreibung nach, voll atmosphärischer Luft ge-

---

*) Da warmes Wasser leichter, als kaltes ist, so schwimmt es auf der Oberfläche.

blieben seyn muß, deren Druck auf das Klappen-Ventil 'A dem im Saugrohre S emporgehobenen Wasser den Durchgang verwehrt haben muß. So verhält sich jedoch die Sache nicht, denn während des ganzen in V beschriebenen Prozesses haben auch in 'V ähnliche Wirkungen sich geäußert, und ich habe es bloß unterlassen, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, um die Verwirrung zu vermeiden, welche die beiden Processe erzeugen könnten. Man wird sich erinnern, daß der Dampf, nachdem er im ersten Falle aus dem Kessel durch die Röhre T in das Dampfgefäß V eingestrichen war, er die Luft aus diesem Gefäß durch das Klappenventil B geblasen hat, worauf die Communication zwischen der Röhre T und dem Kessel abgesperrt wurde. Dieselbe Bewegung des Regulators (Schiebeventiles), welche diese Absperrung bewirkt, öffnet nun die Communication zwischen 'T und dem Kessel; denn das Schiebeventil R Fig. 12 wird von der einen Röhre unter die andere bewegt, und zu gleicher Zeit, wie bereits bemerkt worden, äußert die Verdichtungsröhre ihren Einfluß auf V. Während deßhalb in V durch Verdichtung ein leerer Raum entsteht, bläst der Dampf, welcher in die Röhre 'T einstreicht, die Luft durch das Klappenventil 'B, wie schon bei dem andern Gefäße V beschrieben worden ist; und während die Luft im Rohre S durch das Klappenventil A ins Gefäß V sammt dem durch den atmosphärischen Druck auf die Ober-

fläche L gehobenen Wasser eindringt, füllt sich das Gefäß 'V mit Dampf, und die Luft wird vollständig ausgetrieben.

Die Communication zwischen der Röhre T und dem Kessel wird jetzt wieder geöffnet, dagegen diejenige zwischen 'T und dem Kessel durch Bewegung des Regulators R Fig. 12 von der Röhre T nach 'T abgesperrt; zu gleicher Zeit wird die Verdichtungsröhre von V nach 'V bewegt. Während nun der Dampf die Luft aus V durch das Klappenventil B abermals vertreibt, entsteht in 'V durch Verdichtung ein leerer Raum, und das Wasser stürzt aus dem Saugrohre S durch das Klappenventil 'A in das Gefäß 'V. Unterdessen füllt sich V abermals mit Dampf. Die Communication zwischen der Röhre T und dem Kessel wird abgesperrt und diejenige zwischen 'T und dem Kessel geöffnet, dabei die Verdichtungsröhre von 'V nach V bewegt. Während der Dampf aus dem Kessel das in 'V befindliche Wasser durch das Klappenventil 'B in das Steigrohr F treibt, entsteht ein leerer Raum in V, und der atmosphärische Druck auf L hebt Wasser in dieses Gefäß empor.

Auf diese Weise werden die Gefäße V, 'V abwechselnd aus S mit Wasser gefüllt, und das Wasser wird von hieraus in das Steigrohr F getrieben. Der Dampf, welcher das Wasser aus den Gefäßen ins Steigrohr F treibt, wird, nachdem er

diese Wirkung geäußert, verdichtet, worauf das Wasser in S emporgehoben wird, da der atmosphärische Druck seine ganze Wirkung äußern kann.

Während dieses Processes müssen beständig zwei abwechselnde Bewegungen stattfinden; die Communication zwischen T und dem Kessel muß geöffnet und diejenige zwischen 'T und dem Kessel gesperrt werden, was durch eine einzige Bewegung des Regulators ausgeführt wird. Das Verdichtungsrohr muß zu gleicher Zeit von V nach 'V bewegt werden, was mittelst eines an demselben angebrachten Hebels bewerkstelligt wird. Es muß hierauf die Communication zwischen 'T und dem Kessel geöffnet, und diejenige zwischen T und dem Kessel gesperrt werden, was auf die Weise geschieht, daß man den Regulator wieder rückwärts bewegt. Durch eine ähnliche Bewegung des andern Hebels wird die Verdichtungsröhre von 'V nach V bewegt und so abwechselnd.

§. 27.

So ist die Einrichtung und Wirkungsart der vom Hauptmann Savery im Jahre 1698 erfundenen Dampfmaschine, die das erste Beispiel darbietet, daß der Dampf in einem der Erwähnung werthen Maaßstabe als bewegende Kraft benutzt worden ist. Der Deutlichkeit und bequemern Beschreibung halber habe ich einige geringe und sonst unwichtige Veränderungen in der Stellung der

Theile vorgenommen *). Eine perspectivische Ansicht dieser Maschine ist in Fig. 14 gegeben. Die verschiedenen, bereits beschriebenen Theile wird man leicht erkennen, denn sie sind mit denselben Buchstaben wie in Fig. 13 und 12 bezeichnet.

§. 28.

Welchen Antheil Savery an der Erfindung der Dampfmaschine gehabt habe, ist leicht zu entscheiden.

Nach Caus's Vorschlage wird der Dampf in demselben Gefäß, in welchem sich das zu hebende Wasser befindet, und aus diesem letztern erzeugt. Die Savery'sche Maschine besitzt zwei getrennte Gefäße; in dem einen befindet sich das Wasser, in dem andern der Dampf; der letztere streicht, sobald er in hinreichender Kraft vorhanden ist, durch eine mit einem Hahn versehene Röhre in

---

*) Ich habe gefunden, daß es viel zur Deutlichkeit der Beschreibung beiträgt, wenn in den Figuren, deren man sich zur Erklärung der Grundsätze und der Wirkungsweise der Maschinen bedient, eine etwas andere Anordnung der Theile getroffen wird, als sie an der Maschine wirklich stattfindet. Hat der Leser einmal die Natur und die Grundsätze, nach welchen die Maschine in Thätigkeit tritt, gut begriffen; so wird er es nicht schwierig finden, jeden Theil an seinen gehörigen Ort zu versetzen, der in den sperpectivischen Darstellungen angegeben ist.

das Wassergefäß, drückt auf die Oberfläche des Wassers und drängt es in ein Steigrohr hinauf. In so weit ist also der Unterschied zwischen den beiden Maschinen unbedeutend.

Bei der Caus'schen Maschine läßt, sobald der Dampf seine Wirkung gethan hat, der Wärter von oben wieder neues Wasser einlaufen, und das Feuer braucht dann nur wieder frisch angeschürt zu werden. Bei der Savery'schen Maschine wird dagegen nicht durch einen Arbeiter, sondern durch den Druck der Atmosphäre das Wasser in das Wassergefäß getrieben, indem man die Wände des Gefäßes erkältet und dadurch den Dampf, welcher seine Wirkung gethan hat, niederschlägt. Savery wandte übrigens auch zwei Wassergefäße an, welche sich abwechselnd leerten oder füllten.

Der dem Caus'schen Apparate gemachte Vorwurf, daß er das Wasser nur warm heben könne, trifft auch den Savery'schen zum Theil, denn da der aus dem Kessel kommende Dampf unmittelbar auf die Oberfläche des Wassers einwirkt, so wird er großentheils niedergeschlagen. Seine elastische Kraft übt er also erst aus, wenn das Wasser schon eine ziemlich hohe Temperatur angenommen hat. Robison will durch Versuche gefunden haben, daß auf diese Weise wenigstens $^{11}/_{12}$ des Dampfes niedergeschlagen werden. Um diesen gewaltigen Verlust zu beseitigen, schlug Papin im Jahr 1707 einen Schwimmer vor, welcher wahrscheinlich zuerst

auf den Gedanken führte, einen genau schließenden Kolben im Cylinder anzuwenden, welcher auf der nächsten Ausbildungsstufe der Maschine, wie wir in der nächsten Vorlesung finden werden, die wichtigste Verbesserung ist. Papin's Schwimmer fand aber wahrscheinlich deßwegen keinen Eingang, weil sich diese Maschine überhaupt als höchst ungenügend ausgewiesen; denn um das Wasser nur 200 Fuß hoch zu heben, mußte der Dampf die Stärke von 6 Atmosphären haben, daher denn an den Fugen beständig Lecke und sonst gefährliche Explosionen entstanden. Auch wurden die Maschinen dieses Ingenieurs in den Bergwerken nie, sondern nur in Häusern und Gärten zur Vertheilung des Wassers, und überhaupt bloß da mit Nutzen angewandt, wo das Wasser nicht viel über 40 Fuß gehoben zu werden brauchte. Durch die von Papin vorgeschlagene Maschine konnte jedoch mit Dampf von sehr niedrigem Drucke, das Wasser auf jede beliebige Höhe getrieben werden, und es reichte dazu hin, daß man dem Pumpenstiefel einen hinreichend großen Durchmesser gab.

Savery bewirkte das Vacuum, welches das Saugen zu Wege brachte, durch Niederschlagung des Dampfes. Diese wichtige Methode war aber schon früher von Papin bekannt gemacht worden. Savery's Patent schreibt sich vom Jahr 1698 her, und seine Maschine wurde von der Königlichen Gesellschaft im Juni 1699 versucht. Da nun Papin's

Angaben schon im Jahr 1695 im Recueil etc. und noch früher in den Leipziger Verhandlungen bekannt gemacht wurden, so bleibt Savery nur das Verdienst, daß er wirklich eine Dampfmaschine im Großen herstellte, und die Niederschlagung des Dampfes durch Begießen des Gefäßes mit kaltem Wasser bewirkte.

So weit waren bis jetzt diejenigen Eigenschaften des Dampfes, auf welchen sein Vermögen als bewegende Kraft beruht, entdeckt und angewendet worden, aber alle die herrlichen Erfindungen, durch welche diese ungeheure Kraft benutzt, regiert und mit Ersparniß angewendet wird, sind das Resultat des Scharfsinnes späterer Erfinder, so daß z. B. die vom Hauptmann Savery erbaute Maschine, außer der zur Bewegung benutzten Naturkraft, kaum das Geringste mit den Dampfmaschinen gemein hat, wie sie heut zu Tage gebaut werden.

Drittes Capitel.

Mängel an Savery's Maschine. — Newcomen und Cawley. — Die atmosphärische Dampfmaschine. — Die Verdichtung des Dampfes durch Einspritzen wird entdeckt. — Gang der Maschine. — Humphrey Potter's Erfindung der Selbststeuerung der Maschine.

---

§. 29.

Um den Werth der Verbesserungen gebührend würdigen zu können, muß man vor allen Dingen die Mängel kennen, welche durch diese Verbesserungen beseitigt werden sollen. Bringt man in Anschlag, wie wenig zu Savery's Zeiten von dem

Werth und den Eigenschaften des Dampfes bekannt war, und wie tief der allgemeine Standpunkt mechanischer Kenntnisse damals war, so macht die Ausführung der in der letzten Vorlesung beschriebenen Dampfmaschine dem Hauptmann Savery sicherlich große Ehre. Demungeachtet hatte sie große Mängel und war, wie man endlich entdeckte, für die wichtigsten Zwecke, zu welchen er sie vorgeschlagen hatte, unbrauchbar.

Zur Zeit dieser Erfindung hatten die Bergwerke in England an Tiefe sehr zugenommen und die Entwässerung derselben war sehr kostspielig und schwierig geworden, so daß in manchen Fällen die Ausbeute nicht die Kosten des Grubenbaues deckte. Die Entwässerung dieser Bergwerke wollte nun Savery durch seine Dampfmaschine bewerkstelligen.

Es ist bereits bemerkt worden, daß der Druck der Atmosphäre gegen 15 Pfund (siehe §. 4.) auf jeden Quadratzoll beträgt. Nun wiegt eine Säule Wasser, deren Basis 1 Quadratzoll und deren Höhe 34 englische Fuß beträgt, gegen 15 Pfund. Nehmen wir an, daß in den Dampfgefäßen V, V Fig. 13 ein vollkommen leerer Raum durch Verdichtung entstanden sey, so würde der atmosphärische Druck auf den Wasserspiegel L das Wasser nicht emportreiben können, wenn der obere Theil dieser Gefäße über 34 Fuß vom Wasserspiegel entfernt wäre. Daraus ergiebt sich nun, daß die Maschine nur 34 Fuß hoch über dem Wasser stehen

darf, welches von ihr gehoben werden soll. Sie muß sogar noch tiefer stehen, denn der in den Dampfgefäßen V, 'V erzeugte leere Raum ist nie vollständig. Ist das Wasser nicht dem atmosphärischen Druck ausgesetzt, so verdunstet es bei sehr niedriger Temperatur (siehe §. 17.), und man hat gefunden, daß, ungeachtet der Verdichtung, ein Dampf von beträchtlicher Spannung in den Gefäßen V, 'V, so wie in der Röhre S zurückbleibt und sich dem Emporsteigen des Wassers widersetzt. Deßhalb konnte man, wie die Erfahrung gelehrt hat, die Maschine niemals mit wirklichem Vortheile höher, als 26 Fuß über dem Spiegel des zu hebenden Wassers anbringen.

§. 30.

Wenn das Wasser bis in die Maschine gehoben ist, und die Dampfgefäße gefüllt sind, so wird Dampf, welcher über das Wasser in V geleitet wird, zuerst dem atmosphärischen Drucke das Gleichgewicht halten, ehe er das Wasser durch die Klappe B treiben kann. Hier ist nun ein mechanischer Druck von 15 Pfund auf den Quadratzoll verwendet worden, ohne daß dadurch ein Theil des Wassers gehoben worden wäre. Wendet man Dampf von noch einmal so großer Spannung an, so wird er im Steigrohre F eine Wassersäule von 34 Fuß Höhe heben; und besitzt der Dampf die dreifache Spannung, so hebt er eine Wassersäule

von 68 Fuß Höhe. Addirt man dieses zu den 26 Fuß, welche durch den Druck der Atmosphäre gehoben werden; so bekommt man für den ganzen Hub eine Säule von 94 Fuß Höhe.

Während dieses bewirkt wird, drückt ein Dampf von dem dreifachen Drucke der Atmosphäre auf die innere Oberfläche der Dampfgefäße V, V. Der dritte Theil dieses Druckes wird ausgeglichen durch den Druck der Atmosphäre auf die äußere Oberfläche der Dampfgefäße, aber es bleibt noch immer ein wirklicher Druck von 30 Pfund auf den Quadratzoll und strebt, die Gefäße zu zersprengen. Man kann nun, wie die Erfahrung gelehrt hat, diesen Apparat nicht so construiren, daß er ohne Gefahr einen größern Druck verträgt; und deßhalb beschränkte man in der Praxis den Hub einer solchen Maschine auf ungefähr 90 Fuß senkrechte Höhe. Um nun das Wasser mit diesen Maschinen aus der Tiefe der Gruben zu heben, mußte man in Abständen von 90 Fuß senkrechter Tiefe solche Maschinen anbringen, so daß das Wasser, welches von einer solchen Maschine die ersten 90 Fuß gehoben worden war, in einem Reservoir gesammelt und aus diesem von einer andern Dampfmaschine wiederum 90 Fuß hoch gehoben werden mußte u. s. f.

Außerdem ergab sich's, daß man diesen Maschinen, wenn sie nach einem großen Maaßstab erbaut wurden, keine hinlängliche Stärke geben

konnte. Sie waren deßhalb in ihren Dimensionen nothwendig sehr beschränkt und nicht im Stande, das Wasser mit hinlänglicher Schnelligkeit zu heben. Daraus entsprang die Nothwendigkeit, in je 90 Fuß Höhe mehrere Maschinen anzubringen, wodurch die Kosten sehr vermehrt wurden.

§. 31.

Dieses waren indessen nicht die einzigen Mängel an Savery's Maschinen. Die Consumtion des Brennmateriales war enorm, denn das Verhältniß der Wärme, welche verloren gieng, war weit beträchtlicher, als dasjenige, welches man brauchte, um das Wasser zu heben, oder einen leeren Raum zu erzeugen. Man wird dieses ganz leicht begreifen, wenn man das in der letzten Vorlesung beschriebene Spiel der Maschine richtig aufgefaßt hat.

Wenn der Dampf aus dem Kessel in die Dampfgefäße V, 'V streicht, so muß er, ehe ein leerer Raum entsteht, diese Gefäße bis auf seine eigene Temperatur, nämlich bis 212° F. erhitzen; denn bis dahin verdichtet sich der Dampf, sobald er in das Gefäß gelangt, an der kalten Oberfläche. Es geht deßhalb alle Wärme, die darauf verwendet wird, die Temperatur der Dampfgefäße zu erhöhen, verloren. Wenn nun das Wasser in die Gefäße V, 'V emporgestiegen und dieselben gefüllt hat, so verdichtet sich der Dampf, den man ein-

streichen läßt, um dieses Wasser durch die Klappe B, 'B nach F zu treiben, augenblicklich an der kalten Oberfläche in V, 'V und fängt erst zu wirken an, wenn sich eine Quantität heißes Wasser, aus verdichtetem Dampf entstanden, auf der Oberfläche des kalten Wassers gesammelt hat, mit welchem die Gefäße V, 'V gefüllt sind. Daraus entsteht ein fernerer Verlust von Wärme.

Wenn der Dampf auf die Oberfläche des Wassers in V, 'V zu wirken und dasselbe niederzutreiben beginnt, wird die kalte Oberfläche des Gefäßes nach und nach der Wirkung des Dampfes ausgesetzt und muß erwärmt werden, so lange die Wirkung des Dampfes fortdauert: und wenn das Wasser aus den Gefäßen getrieben worden ist, wird das Gefäß selbst bis auf die Temperatur des in demselben befindlichen Dampfes erwärmt seyn. Alle diese Wärme wird nun durch den nachfolgenden Verdichtungsproceß verflüchtigt. Daraus wird es klar, daß der Dampf zum Heben des Wassers in F und zur Erzeugung eines leeren Raumes nur ein sehr kleiner Theil derjenigen Quantität ist, die durch Erhitzung des Apparates nach jeder Verdichtung verloren geht.

Noch ein anderer Umstand vermehrt ebenfalls die Consumtion des Brennmateriales. Wenn das Wasser durch das Klappenventil B getrieben werden soll, so braucht man nicht allein gegen den atmosphärischen Druck, sondern auch gegen eine

Säule von 68 Fuß Wasser Dampf von 45 Pfund Druck auf den Quadratzoll. Das Wasser im Kessel muß folglich unter diesem Drucke sieden. Um dieses zu erreichen, muß das Wasser beträchtlich über 212° F. (siehe §. 17.), ja sogar bis auf 267° F. erhitzt werden; man muß also dem Kessel eine höhere Wärme mittheilen. Dieser hohe Hitzgrad schwächte nun, abgesehen von den andern Mängeln, den Apparat und zerstörte ihn nach und nach.

Nicht allein zum Entwässern der Bergwerke, sondern auch zu vielerlei andern Zwecken hat Savery seine Maschine vorgeschlagen, z. B. Städte mit Wasser zu versorgen, Wasserkünste in Lustgärten herzustellen, Mühlen zu treiben u. s. w.

Savery hat zuerst den Vorschlag gemacht, die Kraft einer Maschine nach Pferdekräften auszudrücken. Dabei nahm er an, ein Pferd arbeite täglich nur acht Stunden, während die Maschine 24 Stunden arbeitet. Diese Art, die Kraft der Dampfmaschinen zu bestimmen, soll weiter unten erklärt werden.

§. 32.

Die Unbrauchbarkeit der vom Hauptmann Savery vorgeschlagenen Maschinen *) zum Entwässern

---

*) Zu den Verbesserern der Savery'schen Maschine gehören Desaguliers, der Portugiese de Moura, Nancarrow,

der Bergwerke aus den bereits erwähnten Gründen, und die steigende Nothwendigkeit, diesen Zweck zu erreichen, weil große Besitzungen auf diese Weise jedes Jahr keinen Ertrag mehr brachten, spornte den Scharfsinn der Mechaniker, Mittel zu ersinnen, um diejenigen Kräfte des Dampfes, welche Savery in seiner Dampfmaschine kennen gelehrt hatte, practisch zu benutzen. Unter andern richteten Newcomen und Cawley, zwei Handwerker der Stadt Dartmouth in Devonshire, ihre Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand.

Newcomen scheint das alte Verfahren, das Wasser aus den Gruben mittelst gewöhnlicher Pumpen zu heben, wieder aufgenommen zu haben, aber er hatte die Idee, diese Pumpen durch eine bewegende Kraft in Thätigkeit zu setzen, die nicht so kostspielig seyn sollte, als wenn er dazu Pferde verwendete. Er wollte dieses dadurch erreichen, daß er das Ende der Pumpenstange D Fig. 15 durch eine Kette mit dem einen Ende des Bogenstückes A am Maschinenbaume A B, der sich um den Punkt C drehte, verband. Das andere Bogenstück B dieses Maschinenbaumes stand durch eine Kette mit der Kolbenstange E eines massiven Kolbens P in Verbindung, welcher sich luftdicht in einem Cy-

---

Brigg, Witty und Pontifex, aber dennoch wurde sie wieder aufgegeben, weil sie, bei sehr großer Consumtion an Brennmaterial, wenig leistete.

linder F auf- und abbewegte. Wenn ein leerer Raum unter dem Kolben P erzeugt wird, so wird letzterer durch den atmosphärischen Druck mit einer Kraft von 15 Pfund auf den Quadratzoll niedergedrückt; und da das Ende A des Maschinenbaumes dadurch emporgehoben wird, so wird die Pumpenstange D auch emporgezogen. Wird alsdann ein Druck, welcher demjenigen der Atmosphäre gleichkommt, unter dem Kolben angewendet, um das Niederdrücken des Kolbens zu neutralisiren, so befindet sich letzterer, in Bezug auf Steigen, oder Sinken, in einem Zustande der Indifferenz; und wenn in diesem Falle die Stange D schwerer gemacht wird, als der Kolben, und die Kolbenstange so eingerichtet, daß die Reibung überwunden wird u. s. w., so wird er niedersteigen und den Kolben im Stiefel emvorheben. Nachdem abermals ein leerer Raum erzeugt ist, so erfolgt ein abermaliges Niedersteigen des Kolbens und ein Emporsteigen der Pumpenstange; uud so kann das Spiel der Maschine fortdauern.

So war Newcomen's erste Idee der atmosphärischen Dampmaschine, und sie hatte schon auf den ersten Blick viel Empfehlendes. Die Kraft einer solchen Maschine mußte gänzlich von der Größe des Kolbens abhängen, und da kein Dampf von hoher Spannung nöthig war, so bedurfte es auch nicht der hohen zerstörenden Hitze, die für den Betrieb von Savery's

Maschine unentbehrlich war. Angenommen, es werde unter dem Kolben im Stiefel ein effectiver Druck niederwärts erlangt, welcher gleich ist 15mal so viel Pfunden, als Quadratzolle im Durchschnitte des Kolbens vorhanden sind *), so würde, wenn die Basis des Kolbens 100 Quadratzoll beträgt, ein Druck von 1500 Pfund erlangt werden.

§. 33.

Zur Erreichung dieses Zweckes war zweierlei nöthig:

1) Beim Niedersteigen des Kolbens schnell und vollkommen einen leeren Raum unter demselben zu erzeugen; und

---

*) Da die Berechnung der Kraft einer Maschine von der Zahl der Quadratzolle des Kolbendurchschnittes abhängt, so wollen wir hier eine Regel zur Berechnung des Flächen-Inhaltes eines Kreises in Quadratzollen mittheilen. Diese Regel wird immer die Dimensionen mit hinlänglicher Genauigkeit geben: multiplicire die Zahl der Zolle des Durchmessers mit sich selbst; dividire das Product mit 14, und multiplicire den erhaltenen Quotienten mit 11; so wird das Resultat die Zahl der Quadratzolle der Kreisfläche seyn. Enthält z. B. der Durchmesser 12 Zoll, so geben sie mit sich selbst multiplicirt 144, und mit 14 dividirt $10^3/_7$, diese mit 11 multiplicirt etwa 115 in gerader Zahl. Ein Kreis von 12 Zoll Durchmesser enthält deßhalb 115 Quadratzoll.

2) Ein Gegengewicht für die Atmosphäre während des Kolbenhubs anzubringen.

Savery's Verfahren, den Dampf zu verdichten, bot sich sogleich für den erstern Zweck als das beste Mittel dar; und die elastische Kraft des zu verdichtenden Dampfes gab ein eben so leichtes Mittel an die Hand, den letztern zu erreichen. Jetzt fehlte nichts mehr, um die Idee in Ausführung zu bringen, als noch ein Mechanismus für die abwechselnde Zuleitung und Verdichtung des Dampfes. Newcomen und Cawley erhielten im Jahr 1707 ein Patent, wo sie sich mit Savery verbanden, weil sein Grundsatz der Dampfverdichtung bei ihrer projectirten Maschine eine wesentliche Grundlage war. Wir wollen jetzt die atmosphärische Dampfmaschine beschreiben, wie sie von Newcomen zuerst ausgeführt worden ist:

Der Kessel K sitzt über einer Feuerung I, deren Züge spiralförmig um den Kessel herumlaufen, so daß sie jedem unteren Theile des Kessels Wärme mittheilen. Der halbkugelförmige Dom enthält zwei Probirhähne G, 'G, wie wir sie an Savery's Maschine kennen gelernt haben, und ein Sicherheitsventil V, welches sich nach oben öffnet und auf den Quadratzoll mit 1 Pfund belastet ist, so daß das Ventil V gelüftet wird, wenn der im Kessel erzeugte Dampf den atmosphärischen Druck um 1 Pfund auf den Quadratzoll übersteigt; der Dampf entweicht alsdann bis dahin, wo sein

Druck hinlänglich abgenommen hat, worauf das Ventil V wieder in sein Lager zurücksinkt.

Das große Dampfrohr ist in S dargestellt und leitet den Dampf aus dem Kessel in den Stiefel oder sogenannten Dampfcylinder; eine Speiseröhre T, die mit einem Hahn versehen ist, der sich beliebig öffnen und schließen läßt, läuft von einer Cisterne L nach dem Kessel. Sobald der Probirhahn G anzeigt, daß der Wasserspiegel unter seiner Mündung steht, kann der Kessel aus der Cisterne mittelst dieser Röhre gespeist werden. Die Cisterne L wird mit warmem Wasser gespeist, auf eine Weise, die weiter unten erklärt werden soll.

§. 34.

Um den zur Bewegung des Dampfkolbens nöthigen Mechanismus zu begreifen, wollen wir jetzt zusehen, wie die Versorgung mit Dampf und die Verdichtung desselben regulirt werden muß. Wenn der Kolben bis auf den Boden des Stiefels durch den atmosphärischen Druck gegen einen leeren Raum getrieben worden ist, so muß man, um diesem Drucke das Gleichgewicht zu halten und den Kolben in den Stand zu setzen, daß er durch das Gewicht der Kolbenstange emporgezogen werde, Dampf aus dem Kessel zuführen. Deßhalb steht das Dampfrohr S mit dem Boden des Dampfcylinders in Verbindung. Nachdem der Druck des Dampfes auf die bezeichnete Weise in Wirksamkeit ge-

treten ist, steigt der Kolben empor, und wenn er den obersten Theil des Stiefels erreicht hat, wird der unter demselben befindliche Raum vollkommen mit Dampf ausgefüllt seyn. Dieser Dampf muß nun verdichtet werden, um einen leeren Raum zu erzeugen. Deßhalb muß der fernere Zufluß des Dampfes abgeschnitten werden, was mittelst eines Schiebeventils R *), ähnlich dem Regulator in Savery's Maschine, bewerkstelligt wird. Dieses Schiebeventil wird über die Oeffnung im Boden des Stiefels, wie bereits beschrieben, mittelst eines Hebels bewegt. Nachdem so der Zufluß des Dampfes aus dem Kessel abgeschnitten ist, macht sich die Begießung der äußern Oberfläche des Cylinders mit kaltem Wasser nöthig, um den Dampf inwendig zu verdichten. Dieses wurde auf die Weise bewerkstelligt, daß man den Cylinder in einen andern einschloß, so daß zwischen beiden ein Raum übrig blieb **). In diesen Raum ergießt sich aus dem Hahn M über dem Cylinder kaltes Wasser, welches aus der Cysterne N durch eine Röhre zugeführt wird. Die Cisterne wird mittelst einer Pumpe O gespeist, die vom Maschinenbaume in Thätigkeit gesetzt wird.

---

*) Dieses Schieberventil ist in der Figur als ein Hahn dargestellt.

**) Der äußere Cylinder ist in der Figur nicht dargestellt.

Nachdem das kalte Wasser aus dem Hahn M den Raum zwischen den beiden Cylindern ausgefüllt hat, entzieht es dem innern die Wärme, der Dampf verdichtet sich, und es entsteht ein leerer Raum, in welchen der Kolben durch den atmosphärischen Druck sogleich getrieben wird. Bevor er das nächste Mal niedersteigt, muß das Wasser, welches den Raum zwischen den Cylindern einnimmt und durch die dem Dampf entzogene Wärme warm geworden ist, abfließen, um frischem Kühlwasser aus M Platz zu machen. Es ist deßhalb im Boden des Cylinders ein Hahn angebracht, aus welchem das Wasser sich in die Cisterne L ergießt. Da es warm ist, so eignet es sich zur Speisung des Kessels durch die Röhre T, wie bereits erwähnt worden, weit besser.

Indem nun der Regulator R wiederum geöffnet wird, tritt Dampf unter den Kolben und hebt denselben; das Niedersteigen desselben wird durch Verdichtung bewerkstelligt, und so kann das Spiel der Maschine fortgesetzt werden.

Beim Abkühlen des innern Cylinders sammelt sich der verdichtete Dampf als Wasser am Boden des Stiefels und setzt dem Niedersteigen des Kolbens Widerstand entgegen. Man muß deßhalb diesem Wasser einen Ausweg verschaffen, und dieses geschieht mittelst eines nach außen sich öffnenden Ventiles und einer Röhre, welche in die Speisungscisterne L den zu Wasser verdichteten Dampf leitet.

Damit der Kolben fortwährend luftdicht auf- und niedersteige, machte es sich nöthig, beständig eine Quantität Wasser über demselben zu erhalten, und dieses geschah mittelst eines ähnlichen Hahnes, wie bei M, aus welchem sich Wasser aus der Röhre M auf den Kolben ergoß.

§. 35.

Bald nach der ersten Construction dieser Maschine lehrte ein zufälliger Umstand eine weit bessere Dampfverdichtungsart, als die Begießung der äußern Oberfläche des Cylinders mit kaltem Wasser. Man bemerkte, daß eine Maschine weit rascher arbeitete, als gewöhnlich, und zwar ohne die regelmäßige Versorgung mit Verdichtungswasser. Als der Kolben untersucht wurde, fand man ein Loch in demselben, durch welches das über dem Kolben befindliche Sperrwasser sich in den Stiefel ergoß und den Dampf in demselben augenblicklich verdichtete.

Nach dieser Beobachtung gab Newcomen den äußern Cylinder auf und brachte eine Röhre H mit einem Hahn Q im Boden des Stiefels an, so daß, wenn der Hahn gedreht wurde, der Druck der Wassersäule von N bis H das Wasser in den Stiefel spritzte und augenblicklich den Dampf verdichtete. Dieses Verfahren, durch eingespritztes Wasser den Dampf zu verdichten, war eine sehr

wichtige Verbesserung der Dampfmaschine und ist noch immer gebräuchlich.

§. 36.

Nachdem wir eine allgemeine Uebersicht der Theile der atmosphärischen Dampfmaschine vor uns haben, bleibt uns noch übrig, das Spiel der Maschine mehr im Einzelnen zu betrachten. Wenn die Maschine nicht arbeitet, so zieht die Last der Pumpenstange D den Maschinenbaum A niederwärts und hebt den Kolben im Stiefel empor. Angenommen nun, alle Hähne und Ventile sind geschlossen, und der Kessel habe die richtige Wasserhöhe; es werde Feuer unter dem Kessel angezündet und das Wasser ins Sieden gebracht, bis der Dampf die Kraft erlangt, das Ventil V zu heben; so kann die Maschine in Thätigkeit gesetzt werden, sobald diese Erscheinung eingetreten ist. Für diesen Zweck wird der Regulator R geöffnet. Der Dampf schießt in den Stiefel und wird anfangs durch die kalten Wandungen desselben verdichtet. Nach kurzer Zeit erlangt der Stiefel die Temperatur des Dampfes, der nun nicht mehr verdichtet wird und sich mit der im Stiefel befindlichen Luft mischt. Da der Dampf und die heiße Luft eine größere Kraft besitzen, als der atmosphärische Druck, so öffnen sie ein Ventil, welches am Ende X einer kleinen, im Boden des Stiefels angebrachten Röhre sitzt und sich auswärts öffnet.

Aus diesem Ventil, dem sogenannten Blasevenţil *) entweichen der Dampf und die Luft in ununterbrochener Strömung, bis alle Luft ausgetrieben, und der Stiefel mit reinem Wasserdampf gefüllt ist. Dieses nennt man das Blasen der Maschine, bevor sie in Thätigkeit gesetzt wird.

Wenn die Maschine angelassen werden soll, so schließt der Maschinenwärter den Regulator R und schneidet dadurch den Zufluß des Dampfes aus dem Kessel ab. Zu gleicher Zeit öffnet er das Verdichtungsventil Q **), und es dringt ein Strahl kaltes Wasser in den Stiefel. Dieses verdichtet sogleich den im Stiefel befindlichen Dampf und erzeugt einen leeren Raum. Die atmosphärische Luft kann nicht in das Schnaubeventil eindringen, weil es sich nach außen öffnet; es kann folglich keine Luft eindringen und den leeren Raum verderben. Der atmosphärische Druck über dem Kolben beginnt jetzt zu wirken und denselben im Stiefel niederwärts zu treiben. Ist dieses geschehen, so schließt der Maschinenwärter das Verdichtungsventil Q und öffnet den Regulator R. Dadurch sperrt er den Wasserstrahl, welcher in den

---

*) Es heißt auch wegen des eigenthümlichen Geräusches, welches die austretende Luft und der Dampf verursachen, das Schnaubeventil, Schnüffelventil.

**) Es heißt auch das Injectionsventil, oder Einspritzventil.

Stiefel spritzt, ab, wogegen der Dampf aus dem Kessel in den Stiefel einstreichen kann. Der Dampf treibt sogleich das Verdichtungswasser und den verdichteten Dampf, die sich auf dem Boden des Stiefels gesammelt haben, durch eine Röhre Y aus, in welcher sich ein nach außen spielendes Ventil, das sogenannte Ausführungsventil befindet, durch welches das Wasser in die Warmwassercisterne L fällt.

Wenn der durch R einstreichende Dampf nicht mehr verdichtet wird, so hält er dem atmosphärischen Druck über dem Kolben das Gleichgewicht und gestattet dadurch, daß der Kolben durch die Schwere der Stange D bis in den obersten Theil des Stiefels gezogen werden kann. Dieser Hub des Kolbens wird auch noch durch den Umstand unterstützt, daß der Dampf etwas stärker ist, als der atmosphärische Druck. Wenn der Kolben die Höhe des Stiefels erreicht hat, so wird das Schiebeventil, oder der Regulator R geschlossen und das Verdichtungsventil Q geöffnet, worauf der Kolben wieder, wie vorher, niedersteigt, und die Thätigkeit desselben auf die bezeichnete Weise fortgesetzt wird.

Alles, was nöthig war, um diese Maschine in Thätigkeit zu setzen, beschränkte sich deßhalb auf das abwechselnde Oeffnen und Schließen von zwei Ventilen, nämlich dem Schiebeventil oder Regulator und dem Verdichtungsventil. Nach voll-

endetem Hub des Kolbens wird der Regulator geschlossen und das Verdichtungsventil geöffnet; und nachdem er den Boden des Stiefels erreicht hat, wird der Regulator geöffnet und das Verdichtungs-Ventil geschlossen.

§. 37.

Wegen Mangel an Aufmerksamkeit, die selbst ein sorgsamer Wärter auf das Oeffnen und Schliessen dieser beiden Ventile nicht vollkommen genug verwenden kann, war das Spiel der Maschine sehr unregelmäßig und der Aufwand an Brennmaterial sehr groß, bis ein Knabe Namens Humphrey Potter die Selbststeuerung der Maschine entdeckte, so daß sie nämlich ihre Ventile ohne fremde Beihülfe schloß und öffnete. Diese Erfindung, obschon sie bloß dem Hange zum Müßiggange ihre Entstehung verdankte, war doch ein äußerst wichtiger Schritt in der Verbesserung der Dampfmaschine, denn durch sie war nicht allein die Unregelmäßigkeit beseitigt, welche aus Nachläßigkeit der Wärter entsprang, sondern auch die Thätigkeit der Maschine war verdoppelt, so daß die Hälfte des Brennmateriales erspart wurde.

Potter befestigte nämlich Schnüre an die Hebel, durch welche die Ventile bewegt wurden, und das andere Ende dieser Schnüre knüpfte er an den Maschinenbaum, so daß durch diese Schnüre bei dem Aufsteigen und Niedersteigen des Maschinenbaumes die entsprechenden Ventile mit der größ-

ten Regelmäßigkeit und Sicherheit geöffnet und geschlossen wurden. Diese Erfindung wurde nach der Zeit durch einen Maschinenbaumeister, Namens Beighton sehr verbessert, welcher mit dem Maschinenbaume den sogenannten Steuerbaum in Verbindung setzte. Dieser Steuerbaum war mit Daumen versehen, welche beim Aufsteigen und Niedersteigen desselben die an den Ventilen befestigten Hebel berührten und so die Ventile genau im richtigen Moment öffneten und schloßen.

Nachdem die Maschine auf diese Weise verbessert war, hatte der Wärter weiter nichts zu thun, als den Kessel zuweilen mittelst des Hahnes T zu speisen und den Ofen zu beschicken.

Viertes Kapitel.

——

Vorzüge der atmosphärischen Dampfmaschine vor derjenigen des Capitains Savery. — Ein neuer Grundsatz war bei ihr nicht in Anwendung gebracht. — James Watt. — Einzelnheiten aus seinem Leben. — Seine ersten Ideen über die Mittel, Wärme zu sparen. — Der Grundsatz seiner projectirten Verbesserungen.

---

§. 38.

In practischer Hinsicht besaß die in der letzten Vorlesung beschriebene Dampfmaschine große Vorzüge vor derjenigen des Hauptmanns Savery; und selbst heut zu Tage findet man diese Maschine

häufig noch in solchen Districten, wo man Ueberfluß an wohlfeilem Brennmaterial hat, weil die ersten Anschaffungskosten dieser Maschine beträchtlich geringer, als diejenigen der neuen Dampfmaschine sind. Die niedere Pressung des Dampfes, welche nöthig ist, um diese Maschine in Trieb zu setzen, machte die Anwendung derselben ganz gefahrlos, denn der Druck auf den Quadratzoll betrug nur 1 Pfund, in Savery's Maschine dagegen 30 Pfund. Der Dampf erreichte nie über 216° F. und wirkte deßhalb nicht schwächend, oder zerstörend auf diejenigen Theile, mit welchen er in Berührung kam, während Savery's Maschinen mit einem Dampfe arbeiteten, der aus Wasser von 267° F. entbunden wurde und die Maschine bald in einen Zustand versetzte, wo sie den Druck nicht mehr aushalten konnte.

Auch die Kraft von Savery's Maschine war sowohl hinsichtlich der Quantität als des von ihr gehobenen Wassers, als auch hinsichtlich der Höhe, bis zu welcher dasselbe gefördert wurde (siehe §. 29), sehr beschränkt. Die atmosphärische Dampfmaschine dagegen hatte keine andere Gränze, als die Dimensionen des Kolbens. Schlägt man die Kraft dieser Maschinen an, so darf man jedoch nicht den vollen atmosphärischen Druck als Nutzeffect annehmen. Da das Verdichtungswasser mit dem verdichteten Dampfe sich gemischt hat, so bildet es eine Quantität heißes Wasser auf dem Boden des

Cylinders, die dem atmosphärischen Drucke (siehe §. 17) nicht unterworfen ist und Dämpfe erzeugt, welche dem Niedersteigen des Kolbens Widerstand entgegensetzen. In der Praxis findet man, daß dieser Dampf wenigstens drei Pfund auf den Quadratzoll beträgt, und daß 1 Pfund auf den Quadratzoll für die Reibung ꝛc. in Ansatz gebracht werden müsse, so daß, wenn diese vier Pfund vom atmosphärischen Druck auf den Quadratzoll abgezogen werden, erst der Nutzeffect gefunden wird. Setzt man den atmosphärischen Druck = 15 Pfund, so bleibt ein Nutzeffect von etwa 11 Pfund Druck auf den Quadratzoll übrig. Dieses ist indessen noch immer etwas mehr, als man gewöhnlich erlangt.

Ein anderer Vorzug, den diese Maschine vor Savery's Dampfmaschine besitzt, ist die Leichtigkeit, mit welcher man sie benutzen kann, um durch den Balancier Maschinen zu treiben.

§. 39.

Auf die ganze Erfindung scheint Newcomen geringen Anspruch zu haben. Die Wirkung des atmosphärischen Druckes war längst bekannt; die Bildung eines leeren Raumes durch Verdichtung des Dampfes war Papin's Entdeckung; die elastische Kraft des Dampfes anzuwenden, um beim Hub des Kolbens dem atmosphärischen Drucke das Gleichgewicht zu halten, war von de Caus entdeckt; die

Einrichtung des Kessels, der Probirhahnen, des Regulators oder Schiebeventiles u. s. w. war von ähnlicher Art, wie bei Savery's Dampfmaschinen. Die Idee, einen Kolben in einem cylindrischen Stiefel durch atmosphärischen Druck zu bewegen, nachdem unter demselben ein leerer Raum erzeugt worden, gehörte einem scharfsinnigen deutschen Naturforscher, dem Erfinder der Luftpumpe, Namens Otto von Guericke an. Die Anwendung eines Maschinenbaumes oder Balanciers kann nichts Unbekanntes gewesen seyn. Dennoch sind wir aber Newcomen viele Anerkennung für die richtige Verbindung aller dieser zerstreuten Grundbestandtheile in der atmosphärischen Dampfmaschine schuldig.

§. 40.

Seit der Erbauung der atmosphärischen Dampfmaschine durch Newcomen im Jahre 1705 ist ziemlich ein halbes Jahrhundert lang kein wichtiger Schritt in der Verbesserung der Dampfmaschine gemacht worden. Während dieser Zeit hat der berühmte Smeaton viel Aufmerksamkeit auf die einzelnen Theile der atmosphärischen Dampfmaschine verwendet und letztere auf einen so hohen Grad der Vollendung gebracht, als es der Grundsatz, auf welchem sie beruht, nur zuzulassen scheint und als sie seit der Zeit jemals nur erreicht hat.

Im Jahre 1763 begann James Watt, ein berühmter Name in der Geschichte der Mechanik,

seine Versuche mit Dampf. Er war im Jahre 1736 zu Greenock geboren und wurde in einem Alter von 16 Jahren Lehrling bei einem Mechanikus, welcher mathematische Instrumente verfertigte. Er blieb bei ihm vier Jahre. Im zwanzigsten Jahre kam er in die Werkstätte eines eben solchen Mannes in London. Da er aber binnen kurzer Zeit fand, daß seine Gesundheit abnehme, so kehrte er nach Schottland zurück und fieng zu Glasgow sein eigenes Geschäft an. Im Jahre 1757 wurde er als mathematischer Instrumentenmacher an der Universität Glasgow angestellt, wo er wohnte und sein Geschäft fortsetzte.

Diesem Umstand verdankte er die Bekanntschaft mit dem berühmten Dr. Robison, welcher damals in Glasgow studirte und Watt's Aufmerksamkeit auf die Dampfmaschine lenkte. Bei seinen ersten Versuchen wendete er hochdrückenden Dampf an, fand aber die Gefahr des Zerplatzens des Kessels so groß und den luftdichten Verschluß ꝛc. so schwierig, daß er damals seine Versuche einstellte.

§. 41.

Im Winter 1763 bekam Watt das Modell einer atmosphärischen Dampfmaschine, welches dem physikalischen Kabinet der Universität gehörte, auszubessern, wodurch seine Aufmerksamkeit wiederum auf die Dampfmaschine gelenkt wurde. Bei dieser Arbeit fand er, daß die Consumtion des, um dieses

Modell in Thätigkeit zu setzen, erforderlichen Dampfes sehr groß sey, so daß er schloß, die verlorengegangene Quantität müsse ein sehr großes Verhältniß derjenigen bilden, welche angewendet worden war, um den Kolben in Thätigkeit zu setzen. Seine erste Folgerung war die, daß das Material des Cylinders (Messing) ein zu guter Wärmeleiter sey, und daß dadurch ein großer Verlust entstehe. Er machte deßhalb einige Versuche mit hölzernen, in Leinöl getränkten Cylindern, legte indessen auch diese bald wieder bei Seite. Ferneres Nachdenken belehrte ihn, daß schon der Grundsatz, auf welchen die atmosphärische Dampfmaschine basirt sey, eine erstaunliche Dampfconsumtion wesentlich nothwendig mache. Dieses ist leicht begreiflich.

Wenn der Dampf den Cylinder gefüllt hat, so daß er dem atmosphärischen Druck auf den Kolben das Gleichgewicht hält, so muß der Cylinder dieselbe Temperatur, wie der Dampf selbst besitzen. Wird nun der Verdichtung halber Wasser eingespritzt, so bildet der mit diesem Wasser gemischte Dampf eine Masse heißes Wasser auf dem Boden des Cylinders. Dieses Wasser, welches dem atmosphärischen Druck entzogen ist, siedet bei sehr niedrigen Temperaturen und liefert einen Dampf, welcher dem Niedersteigen des Kolbens Widerstand entgegensetzt.

Die Hitze des Cylinders selbst unterstützt diesen Proceß, so daß, um einen ziemlich vollständigen

leeren Raum unter dem Kolben hervorzubringen, man eine Quantität Verdichtungswasser, um die Temperatur des Wassers im Cylinder unter 100° herabzustimmen, und folglich den Cylinder selbst bis auf diese Temperatur abzukühlen, einspritzen mußte. Unter diesen Umständen erfuhr der herabsteigende Kolben sehr wenig Widerstand von irgend einem Dampf im Cylinder, aber beim nächsten Emporsteigen fand ein sehr großer Verlust an Dampf statt, denn der unter den Kolben streichende Dampf wurde von dem kalten Cylinder und dem Verdichtungswasser augenblicklich verdichtet, und dieses dauerte fort, bis der Cylinder wieder auf 212° erhitzt wurde. Ehe der Kolben emporzusteigen begann, mußte der ganze Cylinder bis auf diesen Grad erhitzt seyn. Darin lag offenbar ein Grund sehr großen Wärmeverlustes. Bei jedem Niedersteigen des Kolbens mußte der Cylinder bis unter 100° F. abgekühlt, und bei jedem Emporsteigen wiederum bis auf 212° erhitzt werden. Es entstand deßhalb die Frage, ob die durch eine vollständigere Bildung des leeren Raumes gewonnene Kraft gleich sey dem Verlust an Heitzmaterial bei Erzeugung des leeren Raumes; und man fand es im Ganzen weit vortheilhafter, den Cylinder nicht so sehr abzukühlen und folglich mit einem sehr unvollkommenen leeren Raum und einer geringern Kraft zu arbeiten.

Watt fand deßhalb in Bezug auf die Maschine

Dilemma: ob ſtarke oder geringe Verdichtung anzuwenden ſey? Bei ſtarker Verdichtung bekam man einen vollkommenen leeren Raum, aber dann mußte der Cylinder abgekühlt werden und machte einen großen Aufwand an Brennmaterial nöthig, um ihn wieder zu erhitzen. Wurde geringe Verdichtung angewendet, ſo leiſtete der rückſtändige Dampf dem herabſteigenden Kolben Widerſtand und raubte der Atmoſphäre einen Theil ihrer Kraft. Es ſtellte ſich ihm nun die große Aufgabe dar, den Dampf zu verdichten, ohne den Cylinder abzukühlen.

Die kleine Quantität Waſſer, welche in Geſtalt von Dampf den Cylinder füllte, und die große Quantität eingeſpritzten Waſſers, welchem vom Dampf Wärme mitgetheilt wurde, veranlaßte Hrn. Watt zuerſt zu der Unterſuchung, in welchem Verhältniſſe das Volumen des Waſſers im flüſſigen Zuſtande zum Volumen deſſelben im dampfförmigen Zuſtande ſtehe, und welches Verhältniß zwiſchen ſeinem Wärmegehalt in dieſen beiden Zuſtänden ſtatt finde. Er fand durch Verſuche, daß ein Kubikzoll Waſſer einen Kubikfuß Dampf bilde, und daß der Kubikfuß Dampf ſo viel Wärme erhalte, um einen Kubikzoll Waſſer bis auf 800° F. zu erhitzen (ſ. §. 19.). Dieſes ſetzte ihn nicht in geringes Erſtaunen, weil das Thermometer dieſelbe Temperatur, nämlich 212° ſowohl für den Dampf als für das Waſſer anzeigte, aus welchem derſelbe

Bayerische
Staatsbibliothek
München

erzeugt worden war. Was wurde nun aus dem ganzen Zuschuß von Wärme, der im Dampf enthalten war und vom Thermometer nicht angezeigt ward? Watt folgerte, daß diese Wärme wohl dazu verwendet werden müsse, das Wasser in seiner neuen Form zu erhalten.

Diesen sonderbaren Umstand theilte Watt dem Dr. Black mit, der ihm hierauf seine Lehre von der gebundenen Wärme erklärte, die er bereits einige Zeit früher schon vorgetragen hatte, ohne daß Watt davon gehört hätte. „Ich war demnach, sagte Watt, auf eine der Hauptthatsachen gestoßen, auf welche diese Theorie sich gründet.“

§. 42.

Watt gab sich nun alle Mühe ein Verfahren zu ersinnen, den Dampf zu verdichten, ohne den Cylinder zu erkälten. Er kam auf den Gedanken, mit dem Cylinder ein besonderes Gefäß zu verbinden, in welchem beständig ein leerer Raum unterhalten werden kann. Wenn eine Communication zwischen dem Cylinder und diesem Gefäß hergestellt wird, so wird der Dampf, welcher die Eigenschaft besitzt, nach einem immer größern Volumen zu streben, aus dem Cylinder oder Stiefel in dieses Gefäß dringen, und da die Kälte hier auf ihn einwirkt, augenblicklich verdichtet werden, während der Cylinder die Temperatur von 212° behält.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Dieser glückliche Gedanke war der erste Schritt auf der glänzenden Laufbahn, wo sich Watts Name unsterblich gemacht und seinen Ruf bis zu den äußersten Grenzen der Civilisation verbreitet hat. Er selbst sagt, daß von dem Augenblick an, wo der Gedanke der abgesonderten Verdichtung des Dampfes in seiner Seele entstanden sey, alle anderen einzelnen Verbesserungen an seiner Dampfmaschine in rascher und ununterbrochener Reihenfolge sich ihm dargeboten hätten, so daß innerhalb 12 Stunden seine Erfindung so vollständig gewesen sey, daß er die Hand ans Werk gelegt habe, um damit Versuche anzustellen.

Seine erste Idee war, wie bereits bemerkt worden, darauf gerichtet, ein besonderes Gefäß, Condensator oder Verdichter genannt, welches durch eine Röhre mit dem Dampfcylinder communicirte, anzubringen. Diesen Condensator wollte er nicht allein in eine mit kaltem Wasser gefüllte Cisterne setzen, sondern auch in das Innere desselben einen Strahl kaltes Wasser spritzen lassen. Sobald die Communication zwischen dem Dampfcylinder und diesem Gefäß hergestellt ist, dringt der Dampf in letzteres und wird augenblicklich durch das eingespritzte kalte Wasser und die kalte Oberfläche verdichtet. Aber hier bot sich eine Schwierigkeit dar, nämlich: was sollte er mit dem Verdichtungswasser und dem verdichteten Dampf anfangen, die sich auf dem Boden des Condensators

sammeln mußten? Außerdem mußte unvermeidlich in Verbindung mit dem Verdichtungswasser eine gewisse Quantität Luft in den Condensator dringen, welche, sich hier ansammelnd, in den Cylinder übergehen und das Niedersteigen des Kolbens hindern mußte. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, schlug er vor, eine Communication zwischen dem Boden des Condensators und einer Pumpe herzustellen, welche er die Luftpumpe nannte, so daß das Wasser und die Luft, oder andere Flüssigkeiten, welche sich in den Condensator gesammelt haben mochten, auf diese Weise herausgezogen wurden; und es war leicht einzusehen, wie diese Pumpe von der Maschine selbst in Thätigkeit gesetzt werden konnte. Dieses war der zweite wichtige Vorschritt bei dieser Erfindung.

Damit sich der Kolben luftdicht im Cylinder bewege, hatte man es für nöthig gefunden, eine Quantität Sperrwasser über demselben zu erhalten. Bei der jetzigen Lage der Sache mußte nun aber alles Wasser, welches durch den Kolben oder zwischen ihm und den Wandungen des Stiefels entweichen würde, ins Sieden gerathen, weil der Dampfcylinder oder Stiefel bei einer Wärme von 212° erhalten werden sollte, es mußte folglich durch den sich bildenden Dampf den leeren Raum verderben. Um diesen Fehler zu vermeiden, schlug Watt

vor, den Kolben mit geschmolzenem Wachs und Talg schlüpfrig uud luftdicht zu erhalten.

Es gab noch einen andern Uebelstand zu beseitigen: die Luft, welche während des Niedersteigens des Kolbens in den Cylinder eindrang, mußte die Temperatur desselben herabstimmen, so daß bei dem nächsten Hub des Kolbens ein Theil des in den Stiefel einstreichenden Dampfes verdichtet werden mußte, woraus ein Verlust entstand. Um diese Schwierigkeit zu beseitigen, schlug Watt vor, den obern Theil des Cylinders durch eine luft- und dampfdichte Kappe gänzlich zu verschließen, die Kolbenstange in einer Stopfbüchse sich bewegen und den Kolben durch Dampf, statt durch die Atmosphäre, niedertreiben zu lassen.

Dieses war der dritte Fortschritt bei dieser großen Erfindung, und es wurde durch ihn der Character der Maschine gänzlich verändert. Jetzt war sie im vollen Sinne des Worts wirklich eine Dampfmaschine; denn den Druck über dem Kolben bewirkte die elastische Kraft des Dampfes, und der leere Raum unter demselben wurde durch die Verdichtung des Dampfes hergestellt, so daß der Dampf direct und indirect als eine bewegende Kraft benutzt wurde. Bei der atmosphärischen Dampfmaschine wurde dagegen nur die indirecte Kraft des Dampfes benutzt, denn man bediente

sich seiner bloß als eines bequemen Mittels, einen leeren Raum herzustellen.

Die letzte Schwierigkeit, welche noch, was Ersparung an Wärme anbelangt, gehoben werden mußte, war der Umstand, daß der Cylinder an der äußern Oberfläche durch die Atmosphäre abgekühlt wurde. Um dieses zu verhindern, schlug er zuerst vor, dem Cylinder einen hölzernen Mantel zu geben, weil bekanntlich Holz ein schlechter Wärmeleiter ist. Nach der Zeit suchte er indessen den Zweck auf eine andere Weise zu erreichen, indem er einen Cylinder in den andern schloß und den Raum zwischen beiden beständig mit Dampf füllte. So behielt der innere Cylinder beständig die Temperatur des Dampfes, von welchem er umgeben wurde. Der äußere Cylinder hieß also der Mantel *).

§. 43.

Nach Watt's Berechnung wurde bei der atmosphärischen Dampfmaschine dreimal mehr Wärme auf Heizung des Cylinders ꝛc. als auf den eigentlichen Nutzeffect verwendet. Da nun durch die

---

*) Es ist ein merkwürdiger Umstand, daß Watt, um den Cylinder warm zu erhalten, dasselbe Mittel anwendete, dessen sich Newcomen bei seinen früheren Maschinen zur Abkühlung des Cylinders bediente (siehe §. 34).

von ihm in Vorschlag gebrachten Verbesserungen fast aller Verlust beseitigt wurde, so beabsichtigte er, was er auch später wirklich ausführte, $^3/_4$ des Brennmateriales zu ersparen.

Das Verdienst, welches sich Watt durch seine Entdeckungen erworben hat, wird noch weit größer durch die Schwierigkeiten, in welchen er sich zur Zeit, wo er diese Entdeckungen machte, wegen seiner beengten Lage befand. Er selbst erzählt, daß, als er die Wärme zu bestimmen versuchte, welche auf Erzeugung des Dampfes verwendet wird, seine Mittel ihm nicht erlaubten, einen hinlänglichen und zweckmäßigen Apparat, der Kosten verursacht haben würde, anzuwenden; er benutzte also zu seinen Versuchen Arzneigläser und entdeckte so die bereits erwähnte Eigenschaft, die eine der wesentlichen Thatsachen war, auf welche die Lehre von der gebundenen Wärme gegründet wurde.

Einen großen Theil des Verdienstes um Watt's Entdeckungen haben einige Schriftsteller dem Dr. Black zugeschrieben, dessen Vorträgen über die gebundene Wärme u. s. w. Watt die Kenntniß derjenigen Thatsachen, welche zu seinen Verbesserungen führten, verdanken soll. Dieses ist indessen keineswegs der Fall, und dieser Irrthum ist hauptsächlich aus einigen Stellen über Watt in den Werken des Dr. Robison entsprungen, indem er ihn in einer derselben einen Schüler und intimen Freund des Dr. Black nennt, auch anführt, daß

er seinen akademischen Vorlesungen in Glasgow in einem zweimaligen Cursus beigewohnt habe. Dieses ist indessen nicht der Fall gewesen; denn, „zum Unglück für mich, sagt Watt in einem Brief an Dr. Brewster, haben mich die nothwendigen Abhaltungen meines Geschäftes verhindert, sowohl seine, wie alle anderen akademischen Vorlesungen zu besuchen. Und wenn er ferner in Bezug auf Dr. Black bemerkt, daß dessen glückliche Beobachtung alles dessen, was sich bei der Bildung und Verdichtung von elastischem Dampf ereignet, in nicht geringem Grade allgemeinen Nutzen gestiftet habe, indem dadurch sein Freund, Hr. Watt zu Birmingham, damals zu Glasgow, auf seine Verbesserungen an der Dampfmaschine geführt worden sey, so thut es mir sehr leid, eine Meinung oder Behauptung meines geehrten Freundes bestreiten zu müssen; aber im gegenwärtigen Falle halte ich es für nothwendig, zu bekennen, daß er sich geirrt zu haben scheint. Diese Verbesserungen sind von der bewiesenen Thatsache ausgegangen, daß der Dampf durch die Berührung kalter Körper verdichtet wird, und durch die später bekannt gewordene, das Wasser unter 100° ins Sieden gebracht werden kann, und daß folglich ein leerer Raum nicht erlangt werden kann, wenn nicht der Cylinder und sein Inhalt bei jedem Kolbenhub auch unter diesem Wärmegrad abgekühlt wird.“

Fünftes Capitel.

Watt's einfach wirkende Dampfmaschine. — Die Eigenschaft der Expansion des Dampfes dabei benutzt. — Fallissement des Dr. Roebuck und Verbiudung mit Bolton. — Das Patent wird bis auf das Jahr 1800 prolongirt. — Zähler. — Schwierigkeiten, die Dampfmaschinen in Anwendung zu bringen.

---

§. 44.

Die erste Maschine in welcher Watt die Ideen realisirte, deren wir in der letzten Vorlesung Erwähnung gethan haben, ist diejenige, welche er nachher seine Dampfmaschine mit einfacher

Wirkung nannte. Wir wollen jetzt diese Maschine näher beschreiben.

Der Cylinder ist dargestellt in C Fig. 16. und der Kolben oder Embolus P bewegt sich in demselben dampfdicht. Der Cylinder ist oben geschlossen, und die sorgfältig abgedrehte Kolbenstange bewegt sich in der dampfdichten Stopfbüchse B und wird beständig mit geschmolzenem Talg oder Wachs versorgt. Durch einen Trichter in der Kappe des Cylinders fließt geschmolzenes Fett auf den Kolben, um ihn dampfdicht zu erhalten. Zwei Büchsen A, A, welche die Ventile für den Eintritt und den Austritt des Dampfes enthalten, stehen mit einander durch die Röhre T und mit dem Cylinder in Verbinduug; die Funktion dieser Ventile soll gleich näher beschrieben werden. Unter dem Cylinder in einer Kaltwassercisterne befindet sich ein verschlossenes cylindrisches Gefäß D, der Condensator genannt, welcher durch die Röhre T, die nach der untern Ventilbüchse A führt, mit dem Cylinder in Verbindung steht. In die Seitenwand dieses Condensators ist eine Röhre eingesetzt, und das innere Ende derselben gleich der Brause einer Gießkanne durchlöchet; ein Hahn E befindet sich an der Außenseite, durch welchen, wenn er geöffnet ist, das Wasser der Kaltwassercisterne eindringt und einen Strahl in den Condensator spritzt.

Die Röhre S, welche den Dampf aus dem Kessel leitet, mündet sich in den obersten Theil der

obern Ventilbüchse bei F ein. Unmittelbar darunter liegt ein Ventil G, welches mittelst des Hebels oder der Lenkstange G geöffnet und geschlossen werden kann. Ist das Ventil geöffnet, so gelangt der Dampf über den Kolben und auch in die Röhre T, welche die beiden Ventilbüchsen verbindet, und ist das Ventil G verschlossen, so ist der Zutritt des Dampfes abgeschnitten. In der untern Büchse liegen zwei Ventile: das obere H wird durch den Hebel H, und das untere I durch den Hebel I geöffnet und geschlossen. Ist das Ventil H geöffnet, so kann der Dampf aus dem Cylinder über den Kolben durch die Röhre T in den Cylinder unter den Kolben gelangen, angenommen nämlich, das Ventil I sey in diesem Falle geschlossen. Ist das Ventil I geöffnet, und das Ventil H geschlossen, so kann der Dampf, welcher sich unter dem Kolben befindet, durch die Röhre T in den Condensator gelangen. Hier kommt er in Berührung mit dem Wasserstrahle, welcher sich aus der Röhre E ergießt und wird verdichtet.

Das Ventil G heißt das obere Dampfventil, H das untere Dampfventil, I das Entleerungsventil und E das Verdichtungsventil. Jetzt wollen wir zusehen, wie diese Ventile in Thätigkeit gesetzt werden müssen, um das abwechselnde Emporsteigen und Niedersteigen des Kolbens zu bewirken.

Zuerst macht es sich nothwendig, daß alle Luft,

welche den Dampfcylinder, die Röhren und den Condensator füllt, ausgetrieben werde. Um dieses zu bewerkstelligen, braucht man nur die Ventile G, H und I zugleich zu öffnen. Der Dampf streicht dann von F durch das Ventil G in den obern Theil des Cylinders, ferner durch die Röhre T und das Ventil H in den untern Theil, und auch durch das Ventil I in den Condensator. Sobald nun der Dampf nicht mehr durch die Kälte des Apparates verdichtet wird, so dringt er mit Luft vermischt durch das nach außen spielende Ventil M; und dieses dauert so lange, bis alle Luft ausgetrieben und der Apparat mit reinem Dampf gefüllt ist. Angenommen nun, es würden alle Ventile wiederum geschlossen, so sind die Theile des Dampfcylinders über und unter dem Kolben mit Dampf gefüllt, und da der im Condensator befindliche Dampf durch die kalte Oberfläche abgekühlt worden ist, so ist in diesem ein leerer Raum entstanden.

Während sich der Apparat in diesem Zustande befindet, soll das obere Dampfventil G, das Entleerungsventil I und das Verdichtungsventil E geöffnet werden, so wird alsdann der Dampf durch G einstreichen und auf den Kolben drücken. Da das untere Dampfventil H geschlossen ist, so kann er nicht in den untern Theil des Dampfcylinders gelangen. Auch der Dampf unter dem Kolben gelangt durch das geöffnete Entleerungsventil I in den Condensator, wo er durch den Wasserstrahl des

geöffneten Verdichtungsventiles E augenblicklich niedergeschlagen wird, so daß im Cylinder unter dem Kolben ein leerer Raum entsteht. In diesen leeren Raum wird der Kolben, ohne einen Widerstand zu finden, durch den aus I einströmenden Dampf niedergetrieben. Nachdem der Kolben auf diese Weise den Boden des Dampfcylinders oder Stiefels erreicht hat, schließe man die drei Ventile G, I und E, die vorher geöffnet waren, und öffne das untere Dampfventil H. Die Wirkungen dieser Veränderung sind leicht zu begreifen. Schließt man das obere Dampfventil G, so ist der fernere Zutritt des Dampfes in den Apparat abgesperrt. Schließt man das Entleerungsventil I, so kann kein Dampf aus dem Cylinder in den Condensator gelangen. Auf diese Weise wird der Dampf, welcher sich im Cylinder, in den Ventilbüchsen und in den Röhren befindet, abgesperrt, so daß Dampf weder hinzutreten, noch entweichen kann. Durch Verschließung des Verdichtungsventils E wird das eindringende kalte Wasser zurückgehalten.

Bevor das Ventil H geöffnet wurde, war der im Apparat befindliche Dampf auf den Theil des Cylinders über dem Kolben, auf die Röhre T und auf die Ventilbüchse A beschränkt. Als aber dieses Ventil geöffnet wurde, konnte der Dampf sich über und unter den Kolben verbreiten, d. h. also nach allen Theilen, welche zwischen dem obern Dampfventil G und dem Entleerungsventile I lie-

gen. Da derselbe Dampf auf beiden Seiten des Kolbens circulirt, so wird letzterer folglich gleich stark aufwärts und niederwärts getrieben.

In diesem Falle ist keine Kraft vorhanden, die dahin strebt, den Kolben auf dem Boden des Stiefels zu erhalten, außer seine eigene Schwere. Das Emporsteigen desselben wird auf dieselbe Weise bewerkstelligt, wie das Emporsteigen des Kolbens in der atmosphärischen Dampfmaschine. Die Kolbenstange ist durch die Kette G mit dem Bogenstück des Maschinenbalkens verbunden, und das Gewicht der Pumpenstangen R, oder irgend ein anderes Gegengewicht an der Kette des anderen Endes des Maschinenbaumes aufgehangen, hebt den Kolben im Dampfcylinder empor.

Hat der Kolben den obern Theil des Dampfcylinders erreicht, und werden die drei Ventile G, I und E geöffnet, und H geschlossen; so streicht der Dampf aus dem Dampfrohre F durch das obere Dampfventil G über den Kolben, und zu gleicher Zeit wird der Dampf, welcher den Cylinder unter dem Kolben füllte, durch das Entleerungsventil I in den Condensator gezogen, wo er durch den Wasserstrahl des offenen Verdichtungs-Ventiles E verdichtet wird. Der Druck des Dampfes über dem Kolben treibt alsdann letztern ohne Widerstand in den unter ihm befindlichen leeren Raum, und so dauert dieses Spiel der Maschine fort.

Man wird bemerken, daß von den vier, zur Bewegung des Kolbens nöthigen Ventilen, drei in dem Augenblick geöffnet werden müssen, wo der Kolben im obersten Theile des Cylinders anlangt, und daß das vierte geschlossen werden muß; ferner, daß diese drei Ventile, sobald der Kolben am Boden des Cylinders anlangt, verschlossen und das vierte geöffnet werden muß. Die drei Ventile, welche auf diese Weise zusammen geöffnet und verschlossen werden, sind das obere Dampfventil, das Entleerungsventil und das Verdichtungsventil. Das untere Dampfventil muß in demselben Augenblicke geöffnet werden, wo man diese verschließt, und umgekehrt. Wie diese Ventile in Thätigkeit gesetzt werden, was eben die Steuerung derselben ausmacht, soll weiter unten beschrieben werden.

§. 45.

Wird der eben beschriebene Prozeß für eine beträchtliche Zahl von Kolbenhüben fortgesetzt, so muß er mit zwei sehr einleuchtenden Wirkungen verbunden seyn, durch welche das Spiel der Maschine gehemmt und zuletzt ganz aufgehoben wird. Es sammelt sich zuerst das Verdichtungswasser und der verdichtete Dampf im Condensator D, den sie endlich füllen; und zweitens wird das Wasser der Cisterne, in welcher der Condensator steht, allmählich erwärmt, bis es endlich nicht mehr kalt genug ist, den Dampf durch Einspritzung zu verdich-

ten. Außerdem wird man sich auch entsinnen, daß das Wasser in einem leeren Raume bei einer sehr niedrigen Temperatur siedet (siehe §. 17); und deßhalb erzeugt das auf dem Boden des Condensators angesammelte warme Wasser einen Dampf, welcher durch das Entleerungsventil in den Cylinder steigt, dem Herabsteigen des Kolbens Widerstand entgegensetzt und dem Drucke des Dampfes über dem Kolben entgegen wirkt. Ein anderer Nachtheil entspringt aus der Luft, oder jeder andern permanent elastischen Flüssigkeit, welche in Verbindung mit dem eingespritzten Wasser in den Condensator gelangt und, vermöge ihrer eignen Elasticität, im erzeugten leeren Raume des Condensators aus dem Wasser frei wird.

Um diese Schwierigkeiten zu beseitigen, wird eine Pumpe neben dem Condensator angebracht, so daß sie mit ihm mittelst des Ventiles M in Verbindung steht, welches aus dem Condensator in die Pumpe sich öffnet. In dieser Pumpe bewegt sich ein luftdichter Kolben, und in demselben ist ein aufwärtsspielendes Ventil N angebracht. Angenommen nun, der Kolben sitze auf dem Boden des Pumpenstiefels, so kann durch denselben, da das Ventil in demselben aufwärts spielt, keine Luft durch dasselbe in den Stiefel einstreichen und folglich bleibt unter dem Kolben ein leerer Raum. Das Wasser und die Luft, welche sich im Condensator gesammelt haben, öffnen das Ventil

M und gehen in den untern Theil des Pumpenstiefels über, aus welchem sie nicht zurückkehren können, weil das Ventil M nach außen spielt. Während der Kolben der Pumpe niedersteigt, öffnen die Flüssigkeiten, welche den untern Theil des Stiefels einnehmen, das Kolbenventil N und steigen durch dasselbe über den Kolben; von wo ihnen der Rücktritt durch das Ventil N verschlossen wird. Beim nächsten Hub hebt der Kolben diese Flüssigkeiten bis in den obern Theil des Pumpenstiefels, von wo sie sich durch eine Röhre mit einem nach außen sich öffnenden Ventile K in einen kleinen Wasserbehälter B ergießen. Das auf diese Weise in den Behälter B geförderte Wasser ist durch den verdichteten Dampf erwärmt und wird aus B, dem sogenannten warmen Brunnen, zum Speisen des Kessels benutzt. Auf welche Weise dieses geschieht, soll gleich nachher erklärt werden. Die Pumpe, welche das warme Wasser und die Luft aus dem Condensator fortschafft, heißt die Luftpumpe.

§. 46.

Wir haben noch nicht erklärt, wie die Ventile und der Kolben der Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt werden. Die Kolbenstange Q steht in Verbindung mit dem Maschinenbaume, und die Pumpe wird deßhalb durch die Maschine selbst in Thätigkeit gesetzt. Es ist von keinem sonderlichen Be-

lang, an welchem Arme des Maschinenbaumes die Stange befestigt wird. Ist sie an demselben Arme mit dem Kolben des Dampfcylinders befestigt, so steigt und fällt sie mit dem Kolben des Dampfcylinders; ist sie am entgegengesetzten Arme befestigt, so steigt der Kolben des Dampfcylinders nieder, während der Pumpenkolben gehoben wird, und so umgekehrt. Letztere Einrichtung gewährt bei der Dampfmaschine von einfacher Wirkung einige Vortheile. Indem der Kolben des Dampfcylinders niedersteigt, schießt der Dampf in den Condensator, das kalte Wasser spritzt ein, und es ist deßhalb jetzt die günstigste Zeit, das Wasser und den verdichteten Dampf aus dem Condensator durch den Hub des Pumpenkolbens fortzuschaffen, weil eben dadurch das Niedersteigen des Dampfkolbens unterstützt wird, was nicht geschehen würde, wenn der Kolben des Dampfcylinders und der Kolben der Luftpumpe zu gleicher Zeit niederstiegen.

Die Art und Weise anlangend, wie die Ventile geöffnet und verschlossen werden, ist es einleuchtend, daß die drei Ventile, welche zugleich geöffnet und geschlossen werden, so miteinander verbunden werden können, daß sie ihre Steuerung von demselben Hebel empfangen. Dieser Hebel kann von einem Daumen an der Kolbenstange Q der Luftpumpe ergriffen werden, so daß, wenn die Kolben den oberen Theil ihrer Stiefel erreicht haben, der Daumen auf den Hebel drückt und die

drei Ventile öffnet. Es ist zugleich eine Klinke angebracht, um die Ventile, während der Kolben niedersteigt, offen zu erhalten; und von derselben werden sie wieder auf ähnliche Weise gelößt, sobald der Kolben den Boden des Stiefels erreicht hat, worauf sie sich vermöge ihrer eigenen Schwere schließen.

Ganz auf dieselbe Weise öffnet sich das untere Dampfventil, sobald der Kolben auf dem Boden des Stiefels anlangt, und schließt sich, nachdem er den obern Theil des Stiefels erreicht hat, durch die Wirkung eines Daumens an der Kolbenstange der Luftpumpe.

§. 47.

Bald nach der Erfindung dieser Maschinen machte Watt die Bemerkung, daß in manchen Fällen Nachtheil aus der zu raschen Bewegung des Dampfkolbens am Ende jedes Niederganges entspringe, weil dieses mit einer Beschleunigung der Bewegung verbunden zu seyn pflegte. Dieses rührte von der gleichförmigen Wirkung des Dampfdruckes auf den Kolben her. Denn wenn er im obern Theile des Dampfcylinders durch den einstreichenden Dampf in Bewegung gesetzt wurde, so war diese Bewegung verhältnißmäßig langsam, aber bei der Fortdauer desselben Druckes nahm die Schnelligkeit, mit welcher sich der Kolben niederwärts bewegte, beständig zu, bis er den Boden

des Cylinders erreichte, wo er seine größte Schnelligkeit erlangt hatte. Um dieses zu verhindern und um das Niedersteigen des Kolbens möglichst gleichförmig zu machen, wurde der Vorschlag gemacht, den Zufluß des Dampfes abzuschneiden, ehe das Niedersteigen vollendet war, so daß der Rückstand bloß durch die Expansion des in den Cylinder eingestrichenen Dampfes bewirkt werden möchte. Um diese Idee auszuführen, ließ er mittelst eines Daumens an der Kolbenstange der Luftpumpe das obere Dampfventil schließen, wenn der Dampfkolben erst den dritten Theil seines ganzen Niederganges vollendet hatte. Dieses Ventil blieb nun geschlossen, bis der Kolben den Boden des Cylinders erreicht hatte und auch wieder in den obern Theil des Cylinders emporgehoben war. Bei dieser Einrichtung erfuhr der Kolben den vollen Druck des Dampfes während des dritten Theiles seines Niedersteigens und wurde dadurch in Bewegung gesetzt; während der andern zwei Drittheile wirkte der eingetretene Dampf bloß vermöge seiner Expansionskraft, die gerade in demselben Verhältnisse abnahm, in welchem der Raum, den er durch das Niedersteigen des Kolbens gewann, zunahm. Während der letzten zwei Drittheile des Niedersteigens wird also der Kolben von einer stufenweise abnehmenden Kraft getrieben, die in der Praxis gerade ausreichend gefunden wurde, um eine gleichförmige Schnelligkeit in der Bewegung des Kolbens zu unterhalten.

Außer der Gleichförmigkeit der Bewegung gewährte diese Einrichtung noch einen andern Vortheil, daß nämlich zwei Drittheile an Heizmaterial erspart wurden; denn statt daß früher ein ganzer Cylinder voll Dampf consumirt wurde, wurde jetzt bei jedem Niedersteigen des Kolbens nur der dritte Theil der obigen Quantität erfordert.

§. 48.

Wir haben bereits der Schwierigkeit Erwähnung gethan, welche das Kühlwasser des Condensators und der Luftpumpe durch seine Erwärmung verursachte, in Folge welcher die Verdichtung unvollkommen wurde. Um dieses zu verhindern, ist in dieser Cisterne ein Abfluß angebracht, welcher das Wasser beständig abführt; und eine Pumpe L, die sogenannte Kaltwasserpumpe, wird durch die Maschine selbst in Thätigkeit gesetzt. Sie hebt das kalte Wasser und speist mittelst einer Röhre ununterbrochen die Kaltwassercisterne. Die Abflußröhre ist am obern Theile der Cisterne angebracht, weil das warme Wasser leichter, als das kalte ist und deßhalb immer den obern Theil des Behälters einnimmt. Die Kolbenstange der Kaltwasserpumpe wird durch den Maschinenbaum in Bewegung gesetzt, aber gewöhnlich nicht von demjenigen Arme, welcher die Kolbenstange des Dampfcylinders hebt.

Eine andere Pumpe O, die sogenannte Warmwasserpumpe, hebt das Wasser aus dem so-

genannten Warmbrunnen B und preßt es durch eine Röhre, um den Kessel damit zu speisen. Auf welche Weise dieses bewerkstelligt wird, soll weiter umständlicher beschrieben werden. Ein Theil der Wärme, die sonst verloren gehen würde, wird auf diese Weise dem Kessel wieder zugeführt, um zur Bildung frischen Dampfes mit beizutragen. Man kann deßhalb annehmen, daß eine Portion Wärme sonach beständig durch die Maschine circulire. Sie erhebt sich aus dem Kessel in Dampfgestalt, setzt den Kolben in Thätigkeit, geht in den Condensator über und wird wieder zu warmem Wasser reducirt. Von hier aus geht sie in den Warmbrunnen, wird durch die Pumpe in den Kessel zurückgeführt, hier abermals in Dampf verwandelt und bleibt auf diese Weise in ununterbrochener Circulation.

§. 49.

Aus unserer Beschreibung ergiebt sich, daß am Maschinenbaume 4 Kolbenstangen befestigt sind und durch den Kolben des Dampfcylinders in Thätigkeit gesetzt werden. An demselben Arme des Maschinenbaumes, an welchem die Kolbenstange des Dampfcylinders befestigt ist, findet auch die Kolbenstange der Luftpumpe ihre Befestigung, und am andern Arme die Kolbenstangen der Warmwasserpumpe und der Kaltwasserpumpe, und endlich am Ende desselben Armes auch die Kolbenstange noch einer Pumpe.

§. 50.

Die Lage dieser Kolbenstangen in Bezug auf den Mittelpunkt des Maschinenbaumes ist abhängig von dem Hub, den der Kolben machen soll. Verlangt man einen kurzen Hub, so findet die Kolbenstange ihre Befestigung näher am Mittelpunkte des Maschinenbaumes, und bei einem grösern Hub entfernter vom Mittelpunkte. Der Cylinder der Luftpumpe besitzt gewöhnlich die halbe Länge des Dampfcylinders, und seine Kolbenstange ist gerade zwischen dem Ende und dem Mittelpunkte des Maschinenbaumes, also in der halben Länge des einen Armes befestigt. Da die Warmwasserpumpe keine beträchtliche Quantität Wasser zu haben braucht, so braucht ihr Kolben nur einen kurzen Hub zu machen, und die Kolbenstange ist deßhalb nahe am Mittelpuukte des Maschinenbaumes befestigt, während die Kolbenstange der Kaltwasserpumpe weiter vom Mittelpunkt entfernt ist.

§. 51.

Watt scheint diese Verbesserungen an der Dampfmaschine im Jahre 1763 gemacht und ein Modell verfertigt zu haben, welches seinen Erwartungen vollkommen entsprach. Entweder, weil es ihm an Einfluß gebrach, oder weil er Vorurtheil und Opposition befürchtete, machte er seine Entdeckungen nicht bekannt, oder irgend einen Versuch, sie damals durch ein Patent zu sichern. Da

er zu jener Zeit das Geschäft eines Feldmessers trieb, so kam er gerade hierdurch mit dem Dr. Röbuck in Verbindung, der sich eben in große Grubenbauspeculationen eingelassen hatte, einiges Vermögen besaß und zu Unternehmungen sehr geneigt war. Von Röbuck unterstützt und aufgemuntert, baute Watt eine Maschine nach der neuen Einrichtung für eine Steinkohlengrube in der Besitzung des Herzogs von Hamilton zu Kinneil bei Burrowstoneß. Diese Maschine, welche mehr für Versuche erbaut worden war, wurde von Zeit zu Zeit verbessert, wie es die Umstände an die Hand gaben, bis sie eine große Vollkommenheit erlangte. Während sie eben gebaut wurde, suchte Watt in Verbindung mit Röbuck um ein Patent nach, welches das Eigenthum an der Erfindung sichern sollte, und erreichte seinen Zweck. Dieses Patent wurde im Jahre 1769, sechs Jahre später, als Watt die verbesserte Maschine erfunden hatte, eingetragen.

Watt war eben im Begriff, die neuen Maschinen im Großen zu erbauen, als sein Compagnon Roebuck einen bedeutenden Verlust durch das Mißlingen einer Grubenbau-Speculation erlitt und dadurch in Verlegenheiten gerieth, so daß er nicht mehr im Stande war, die nöthigen Geldvorschüsse zu machen, um Watt's Pläne zur Ausführung zu bringen. Wiederum in seinen Erwartungen getäuscht und muthlos gemacht durch die Schwierigkeiten, welche sich ihm in den Weg legten, war

Watt eben im Begriff, die fernere Verfolgung seiner Pläne aufzugeben, als Matthew Bolton, welcher kurz vorher eine Manufactur zu Birmingham angelegt hatte, sich geneigt erklärte, Dr. Roebuck's Antheil am Patente zu kaufen, und es auch wirklich that, so daß Watt im Jahre 1753 mit Bolton in Compagnie trat.

Seine Lage war nun völlig verändert. Bolton war nicht allein ein Mann, welcher über große Capitale verfügen konnte, sondern er besaß auch bedeutenden persönlichen Einfluß und hatte Sinn für große und schwierige Unternehmungen, die er mit unermüdlichem Eifer und Muth verfolgte. Watt war, wie uns Playfair erzählt, emsig und verschlossen und lebte äußerst zurückgezogen; Bolton dagegen war ein gewandter Mann, der Geselligkeit liebte, dabei äußerst thätig, hatte Umgang mit Personen jedes Standes und verstand sich mit großer Leichtigkeit und ohne Förmlichkeit zu bewegen. Watt hätte ganz Europa durchforschen mögen und würde wahrscheinlich keinen zweiten Mann gefunden haben, der in solchem Grade geeignet gewesen wäre, seine Erfindung auf eine ihrem Verdienst und ihre Richtigkeit angemessene Weise vors Publikum zu bringen. Ob nun gleich beide Männer ganz entgegengesetzte Gewohnheiten besaßen, so war es doch ein besonderes Glück, daß kaum jemals zwei Männer in ihrem gegenseitigen Umgange herzlicher mit einander einverstanden waren.

Durch das Fallissement des Dr. Roebuck war ein solcher Stillstand in der ganzen Unternehmung eingetreten, daß Watt die Ueberzeugung gewann, es würde sein Patent wahrscheinlich ablaufen, ehe die nothwendigen Auslagen für die verschiedenen Einrichtungen seiner Dampfmaschinen-Fabrik sich wieder bezahlt gemacht hätten. Auf den Rath und mit der Unterstützung Bolton's, Roebuck's und anderer Freunde wendete er sich deßhalb im Jahr 1775 an das Parlament, mit der Bitte um Zielverlängerung seines Patentes und erhielt auch wirklich eine Verlängerung von 25 Jahren, so daß sein ausschließendes Privilegium im Jahr 1800 ablaufen mußte.

§. 52.

Es wurde nun eine Dampfmaschine zu Soho (so hieß Bolton's Manufactur) als ein Probeexemplar gebaut, damit Besitzer von Grubenbauten sie in Augenschein und Besichtigung nehmen möchten, und es stellte sich nun nach diesen Maschinen Nachfrage ein. Die Art und Weise, wie sich Watt von denen bezahlen ließ, welche sich seiner Maschinen bedienten, zeichnete sich eben so sehr durch Scharfsinn, als durch Ehrlichkeit und Liberalität aus. Er verlangte nämlich den dritten Theil der Ersparnisse an Steinkohlen, welche in Vergleich mit den bis jetzt gebräuchlichen atmosphärischen Dampfmaschinen bei Anwendung seiner Maschinen ge-

macht werden würden, so daß der Gewinn der andern zwei Drittel dem Publikum zu Gute kam. Es wurden genaue Versuche angestellt, um auszumitteln, wie viel an Steinkohlen erspart werde, und da der Betrag dieser Ersparniß bei jeder Maschine von der Zeitlänge ihrer Thätigkeit, oder eigentlich von der Zahl der Niedergänge des Kolbens abhing, so erfand Watt ein sehr sinnreiches Mittel, dieses zu bestimmen. Die Schwingungen des großen Maschinenbaumes wurden auf dieselbe Weise mit einem Räderwerk in Verbindung gesetzt, wie diejenigen eines Pendels mit einem Uhrwerk in Verbindung stehen. Jede Schwingung des Maschinenbaumes bewegte einen Zahn eines kleinen Rades und die Bewegung wurde einem Zeiger mitgetheilt, welcher sich auf einer in Grade eingetheilten Scheibe, einer Art Zifferblatt, bewegte. Dieser Zeiger gab die Zahl der Schwingungen des Maschinenbaumes an. Ein solcher Apparat, bekannt unter dem Namen der Zähler, wurde verschlossen und durch zwei verschiedene Schlüssel verwahrt, deren einen der Eigenthümer und den andern Bolton und Watt besaßen, deren Beauftragte periodisch herumreis'ten, um die Maschinen zu untersuchen. Es wurden nun die Zähler von beiden Partheien geöffnet, untersucht, die Zahl der Schwingungen des Maschinenbaumes ausgemittelt und der Werth des stipulirten Drittels aufgefunden.*)

*) Der Betrag der Ersparniß an Brennmaterial läßt sich

§. 53.

Obschon diese Maschine von den alten atmosphärischnu Maschinen offenbar einen großen Vorzug hatten, so übten doch Vorurtheil und Haß des Neuen einen so großen Einfluß aus, daß es sehr schwer hielt, diese neuen Dampfmaschinen in allgemeine Anwendung zu bringen. Die verhältnißmäßig größern Anschaffungskosten wirkten auch wahrscheinlich gegen dieselben, denn alle einzelnen Theile mußten mit großer Genauigkeit gearbeitet seyn, wodurch die Kosten verhältnißmäßig größer wurden. In vielen Fällen sahen sich die Patentträger genöthigt, die Eigenthümer der alten atmosphärischen Dampfmaschinen zu bereden, ihre Maschinen durch neue zu ersetzen. Sie nahmen alsdann die alten Maschinen zu außerordentlich hohen Preisen an, ja sie erbauten sogar in manchen Fällen Maschinen auf ihre eigene Gefahr, unter der Bedingung, daß sie nur Bezahlung bekämen, wenn die Maschinen den Erwartungen entsprächen und den versprochenen Nutzen gewährten. Damals hatten Bolton und Watt bereits eine Summe von beinahe 50,000 Pf. Sterl. auf diese Maschinen verwendet, ehe sie

---

daraus abnehmen, daß für drei Maschinen zu Chacewater-mine in Cornwall die Eigenthümer sich erboten, für diesen stipulirten Drittel jährlich 2400 Pf. Sterl. zu zahlen, so daß die ganze Ersparniß jährlich mehr als 7200 Pf. Sterl. betragen haben muß.

die geringsten Einkünfte hatten. Wenn man die unermeßlichen Vortheile in Erwägung zieht, welche die commerciellen Interessen des Landes durch die Verbesserungen an der Dampfmaschine gewonnen haben, so kann man nur mit Aerger auf den Einfluß des schädlichen Vorurtheiles zurückblicken, welches sich dem Fortschritte der Verbesserung unter dem Vorwande der Neuerung zu widerstreben, entgegensetzt. Es würde ein interessantes Rechenexempel seyn, auszumitteln, was für die Hülfsquellen Britannieus verloren gegangen seyn müßte, wenn nicht zufällig Watt's Genie sich mit dem Verstande, dem Sinn für Unternehmungen und dem Capital eines Mannes wie Belton vereinigt hätte! Das Resultat würde wenig Ehre auf diejenigen zurückstrahlen, welche in der Neuheit allein hinlänglichen Grund zur Opposition finden.

Sechstes Kapitel.

Mängel der einfach wirkenden Dampfmaschine, in wiefern sie dazu dienen soll, Maschinenwerk in Bewegung zu setzen. — Versuche, diese zu beseitigen a) durch zwei Maschinen von einfacher Wirkung; b) durch die Dampfmaschine von doppelter Wirkung. — Prinzip derselben. — Parallele Bewegung. — Kurbel. — Sonne- und Planetenrad. — Schwungrad. — Moderator.

---

§. 54.

Bei der atmosphärischen Dampfmaschine und der verbesserten Watt'schen Maschine wirkte die Kraft nicht ununterbrochen, sondern aussetzend.

Sie wirkte nur während des Niederganges des Kolbens, war aber suspendirt, während des Emporsteigens. Außerdem wirkten die Lasten oder Gegengewichte, welche den Kolben im Stiefel emporhoben, der Kraft entgegen, welche den Kolben im Stiefel niedertrieb; und deßhalb wurde eigentlich durch den aufgehobenen Druck des Dampfes während des Emporsteigens keine Kraft erspart, weil ein verhältnißmäßig größerer Druck zum Niedertreiben des Stempels erforderlich war. Da übrigens die Kraft aussetzender Art war, so wirkte sie nur in einer einzigen Richtung. Würde die Dampfmaschine bloß zum Pumpen benutzt, so würden dieses keine Mängel seyn, weil man hierzu bloß eine aussetzende Kraft nöthig hat, die stets in einerlei Richtung wirkt. Beabsichtigt man aber eine ausgebreitetere Benutzung der Kräfte dieser Maschine, so werden diese Mängel wichtige Hindernisse. Um irgend eine Art von Maschinenwerk zu treiben, ist eine stete und gleichförmige Wirksamkeit erforderlich, und deßhalb würde die Suspension der Kraft während des Emporsteigens des Kolbens damit unverträglich seyn *).

---

*) Schon Papin hatte im Jahre 1695 vorausgesehen, daß die Dampfmaschinen nicht immer nur zum Auspumpen der Bergwerke dienen würden. Schon damals hatte er angezeigt, wie sich die Kolbenstange mit der Welle eines sich drehenden Rades in Verbindung setzen, und die ge-

Watt machte zuerst den Vorschlag, diesen Fehler auf die Weise zu beseitigen, daß unter jedem Arme ein Dampfcylinder angebracht würde, damit der eine Kolben emporsteige, während der andere niedergeht. So würde die Kraft auf jeden Kolben gerade zu der Zeit wirken, wenn ihre Wirkung auf den anderen suspendirt ist, und eine Gleichförmigkeit könnte erlangt werden, wenn man beide Cylinder mit demselben Kessel in Verbindung setzte, so daß Dampf von derselben Spannung auf den einen und den andern Kolben wirkte. Sie könnten auch mit demselben Condensator in Verbindung stehen, so daß derselbe Grad der Verdichtung und ein ähnlicher leerer Raum in jedem hergestellt würde, wodurch Gleichheit der Wirkung gesichert würde.

---

radlinigte hin- und hergehende Bewegung in eine sich drehende verwandeln lasse. Der Mangel einer unausgesetzten Wirkung der atmosphärischen Dampfmaschine zog schon damals seine Aufmerksamkeit auf sich, und um zu verhindern, daß sein Rad eine zu stoßende Bewegung habe, schlug er vor, durch zwei oder selbst mehrere Kolbenstangen eben so vieler Cylinder auf das Rad einzuwirken. Während der eine Kolben niederstieg, sollte der andere in die Höhe gehen und auf diese Weise die Kraft gehörig vertheilt werden. Zwei so vereinigte einfach wirkende Kolbencylinder würden genau dieselbe Wirkung, wie die doppelt wirkende hervorbringen, und die Kosten des Dampfes würden genau dieselben seyn. Diese Idee wurde im Jahre 1779 von Dr. Falk in England wieder aufgewärmt und für neu ausgegeben.

§. 55.

Diese Einrichtung wurde indessen zu Gunsten des einzelnen Cylinders mit Dampf, welcher den Kolben aufwärts und niederwärts trieb, bald wieder aufgegeben. Dieses war leicht durch Oeffnen abwechselnder Verbindungen zwischen jedem Ende des Cylinders, dem Kessel und dem Condensator mittelst angebrachter Ventile zu bewerkstelligen. Wenn z. B. der Kolben den obersten Theil des Stiefels erreicht hat, so dringt aus dem Kessel Dampf über den Kolben, während der Dampf unter demselben in den Condensator strömt; und wenn der Kolben auf dem Boden des Cylinders angelangt ist, so wirkt der Dampf aus dem Kessel auf die untere Fläche des Kolbens, während der Dampf über denselben in den Condensator entweicht. Es wird auf diese Weise abwechselnd über und unter dem Kolben ein leerer Raum im Dampfcylinder erzeugt, in welchem der Kolben von dem Dampf auf der andern Seite desselben hinabgedrückt wird. Dieses ist das Princip der sogenannten doppelt wirkenden Dampfmaschine im Gegensatze zu derjenigen, in welcher der Dampf, wie in der letzten Vorlesung beschrieben worden ist, nur auf die eine Seite des Kolbens wirkt, während ein leerer Raum nur auf der andern Seite desselben gebildet wird.

In diesem Falle muß der Verdichtungsproceß im Condensator ununterbrochen fortdauern, denn

wenn der Kolben niedergeht, wird der unter ihm befindliche Dampf verdichtet, und wenn er emporsteigt, strömt der über ihm befindliche Dampf in den Condensator. Es muß deßhalb beständig Wasser in den Condensator einspritzen, und die Quantität desselben hängt von einem Ventile ab, dessen Oeffnung durch einen Hebel oder Zeiger regulirt wird, welcher sich auf einem in Grade getheilten Bogen bewegt, und den der Maschinenaufseher, wenn er die Maschine anläßt, gehörig stellen kann.

§. 56.

Diese Veränderung in der Wirkung des bewegenden Mittels hatte die Nothwendigkeit einer Aenderung in der Verbindungsart der Kolbenstange mit dem Maschinenbaume zur Folge. Bei der einfach wirkenden Dampfmaschine hob das Ende des Maschinenbaumes die Kolbenstange empor, und die Kolbenstange zog das Ende des Maschinenbaumes nieder. In diesen beiden Fällen vermitttelte deßhalb eine bewegliche Kette, welche sich an den Umfang des Bogenstückes des Maschinenbaumes legte, offenbar die Uebertragung der Kraft. Aber bei der Maschine von doppelter Wirkung ist es ganz anders. Beim Niedersteigen des Kolbens zieht zwar die Kolbenstange den Maschinenbaum niederwärts, aber beim Emporsteigen zieht der Maschinenbaum die Kolbenstange nicht mehr empor, sondern er wird von ihr emporgescho-

ben. Nun kann aber eine biegsame Kette, obschon sie diejenige Modification der Kraft, welche man einen Zug nennt, recht gut überzutragen vermag, keinen Schub oder Stoß fortpflanzen. Wollte man die Kette und das Bogenstück an einer doppelt wirkenden Maschine, anwenden (die kein Gegengewicht am andern Ende des Maschinenbaumes zum Emporheben hat); so würde die Folge davon seyn, daß beim Emporsteigen des Kolbens die Kette sich zusammenschieben uud das Ende des Maschinenbaumes über der Kolbenstange noch immer herabgedrückt bleiben würde.

Es ist deßhalb nothwendig, daß die Kolbenstange mit dem Ende des Maschinenbaumes nicht auf eine biegsame, sondern auf eine steife Weise verbunden sey, um mit Hub und Schub Kraft übertragen zu können. Watt wollte dieses zuerst dadurch erreichen, daß das Ende der Kolbenstange in einen gezahnten Triebstock auslaufen und in die entsprechenden Zähne des Bogenstückes am Maschinenbaume eingreifen sollte, siehe Fig. 17.

§. 57.

Gegen dieses Auskunftsmittel ließen sich indessen die Einwendungen machen, daß sich die Zähne abnutzen und daß der Kolbenstange nicht die sanfte Bewegung mitgetheilt werde, die wesentlich nothwendig ist, um die Maschine in gutem Stande zu erhalten. Die Aufgabe war deßhalb die, eine ganz

sanfte und geradlinigte Bewegung der Kolbenstange in eine kreisförmige Bewegung am Ende des Maschinenbaumes zu verwandeln, und das Genie Watt's hat sich nie deutlicher kundgegeben, als gerade bei Lösung dieser Aufgabe.

Er dachte sich zwei gerade Stangen A B und C D (Fig. 18.), deren Mittelpunkte der Bewegung A und C sind, so daß die Enden B und D Kreisbogen beschreiben, deren Mittelpunkt A und C sind. Die Enden B und D dieser Stangen dachte er sich nun durch eine dritte Stange B D mittelst Gelenkbolzen bei B und D verbunden, so daß sie sich um diese Bolzen bequem drehen konnten. Wird nun diesem Gestänge eine abwechselnde Bewegung um die fixen Punkte A und C mitgetheilt, so werden die Punkte B und D Bogen beschreiben, um ihre betreffenden Mittelpunkte A und C, aber der Mittelpunkt P der Verbindungsstange B D wird sich aufwärts und niederwärts in einer geraden Linie bewegen. *)

---

*) Streng mathematisch genommen, ist der Weg des Punktes P eine Curve höherer Ordnung, aber bei der Bewegung, in welche er durch die an der Dampfmaschine angebrachte Vorrichtung versetzt wird, beschreibt er nur einen Theil seines ganzen Loeus, und da dieser Theil sich zu beiden Seiten eines Inflexionspunktes gleich weit erstreckt, so ist der Radius seiner Krümmung unendlich, so daß in der Praxis die Abweichung von einer geraden Linie unmerklich ist, sobald gehörige Verhältnisse in den Theilen des Gestänges beobachtet werden.

Die Art und Weise, diesen mathemätischen Grundsatz praktisch anzuwenden, war eben so nett, als die Idee selbst scharfsichtig genannt werden mußte.

Der Apparat ist dargestellt in Fig. 19. dem Arme des Maschinenbaumes, welcher mit der Kolbenstange des Dampfcylinders in Verbindung steht. Während sich der Maschinenbaum um seine Achse C bewegt, bewegt sich jeder Punkt an seinem Arm in einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt C ist. Es sey nun B der Punkt, welcher den Arm A C in gleiche Theile theilt, nämlich in A B und B C; es sey ferner D E eine gerade Stange von gleicher Länge mit B C und sich drehend um den festen Punkt oder Zapfen D. Das Ende E dieser Stange ist durch eine gerade Stange E B mit dem Punkte B durch Gelenkbolzen bei B und E verbunden, an denen sich die Stange B E leicht bewegt. Nimmt man nun an, der Maschinenbaum bewege sich aufwärts und niederwärts um seine Achse C, so wird der Punkt B aufwärts und niederwärts einen Kreisbogen beschreiben, dessen Mittelpunkt C ist; und zu gleicher Zeit wird der Punkt E einen ähnlichen Kreisbogen um den Mittelpunkt D beschreiben. Der vorausgeschickten Erklärung zufolge, wird sich alsdann der Mittelpunkt F der Stange B E in einer geraden Linie auf- und niederbewegen. Dieser Mechanismus ist bekannt unter den Namen des

Gegenlenkers.

Es werde ferner eine Stange A G von gleicher Länge mit B C an das Ende A des Maschinenbaumes Fig. 19. mitrelst eines Bolzens, an welchem sie sich frei bewegt, befestigt und das Ende G werde mit E durch eine Stange G E von gleicher Länge mit A B dergestalt verbunden, daß diese Stange sich an den Gelenkbolzen G E leicht bewegt: so wird der Punkt G in einer graden Linie sich bewegen, die mit derjenigen, in welcher sich F bewegt, parallel läuft.*) Die Stange des Dampfkolbens ist im Punkte G und die Kolbenstange der Luftpumpe im Punkte F befestigt, so daß sie also in parallelen geraden Linien bewegt werden und die eine Kolbenstange die doppelte Schnelligkeit der andern besitzt; weil sie noch einmal so weit vom Mittelpunkt C entfernt ist.**)

---

*) Die Punkte C, F und G liegen offenbar in derselben geraden Linie, da sich C B: C A = B F: A G und die letzteren Linien parallel sind. Nimmt man nun C als den gemeinschaftlichen Pol der loci der Punkte F G, so wird der radius vector des einen immer doppelt der entsprechende radius vector des andern seyn; und deßhalb sind diese Curven ähnlich von ähnlicher Lage und parallel. Deßhalb muß sich, wie in der vorigen Anmerkung dargethan worden ist, der Punkt G in einer Linie bewegen, welche unmerklich von einer geraden Linie abweicht.

**) Es ist nicht nothwendig, daß die Stangen, welche die Parallelbewegungen bilden, die oben angegebenen Verhält-

Diese treffliche Einrichtung nennt man das Parallelogramm der Parallelbewegung, und sie liefert das Resultat einer verwikkelten mathematischen Analyse, durch Instinkt eingegraben, und offenbar ohne eine Reihe zusammenhängender Vernunftschlüsse. Watt ist gefragt worden von Männern, deren Bewunderung durch diese ausgezeichnete Erfindung mit Recht erregt worden war, welches Raisonnement er als die Quelle dieser Entdeckung betrachten könne; und er antwortete, daß er eines solchen Raisonnements sich nicht bewußt sey; der Gedanke sey ihm wie ein Blitz ohne vorausgehendes Nachdenken in seiner Seele entstanden, so daß er selbst über die Richtigkeit desselben in der praktischen Ausführung erstaunt sey, und daß er anfangs dabei die ganze angenehme Empfindung der Neuheit gehabt habe, welche aus der ersten Betrachtung der Ergebnisse der Erfindung Anderer zu entspringen pflegt.

Diese und die anderen Erfindungen Watt's scheinen reine Schöpfungen seines Genie's zu seyn, ohne daß dasselbe durch praktische Resultate sonderlich unterstützt worden wäre. Ja Watt scheint nicht einmal ein geschickter Mechanikus gewesen zu seyn, denn bei der Ausführung der ersten Modelle

---

nisse besitzen. Es giebt verschiedene Verhältnisse, welche dem Zweck entsprechen, und die man aus den über die Dampfmaschine geschriebenen Werken entnehmen kann.

seiner eigenen Erfindungen legte er niemals hülfreiche Hand an. Sein Wohnhaus war zwei Meilen von der Dampfmaschinenfabrik entfernt, in welche er wöchentlich nur einmal kam und sich dann keine halbe Stunde darin aufhielt.

§. 58.

Nachdem auf diese Weise ein gutes Mittel, die abwechselnde Bewegung des Kolbens auf den Maschinenbaum überzutragen, gefunden war, gab man das zum Heben des Kolbens angewandte Gegengewicht auf und ließ den Maschinenbaum auf seinem Mittelpunkte der Bewegung vollkommen ins Gleichgewicht sich stellen. Zunächst beabsichtigte man nun die schwingende Kraft des Armes des Maschinenbaumes für die Bewegung von Maschinenwerk einzurichten. Die nützlichste Bewegung für diesen Zweck ist in der Regel eine ununterbrochene kreisförmige Bewegung. Es bestand deßhalb die Aufgabe, die abwechselnde kreisförmige Bewegung des Endes des Maschinenbaumes in eine stete kreisförmige Bewegung zu verwandeln. Für diesen Zweck schlug Watt zuerst den Krummzapfen oder die Kurbel vor, die mit dem einen Ende des Maschinenbaumes durch eine metallene Verbindungsstange verbunden werden sollte.

K sey der Mittelpunkt der Bewegung oder die Welle des Rades, welches das Maschinenwerk

treibt, und welches durch den Arm C H des Maschinenbaumes in Umdrehung gesetzt werden soll. An der Welle K sey der Hebel K I dergestalt befestigt, daß wenn er um den Mittelpunkt K gedreht wird, das Rad ebenfalls mit umgedreht werden muß. Ist nun eine Verbindungsstange an den Punkten H und I so befestigt, daß sie sich in Gelenken leicht bewegt, so wird der Hebel K I, wenn das Ende A des Maschinenbaumes aufwärts und niederwärts sich bewegt, um den Mittelpunkt K gedreht, und theilt dem um diesen Mittelpunkt umlaufenden Rade eine stete kreisförmige Bewegung mit. Die verschiedenen Stellungen, welche die Verbindungsstange und der Hebel K I in den verschiedenen Theilen eines Umganges annehmen, sind in Fig. 20 dargestellt.

§. 59.

Dieses war das erste Mittel, auf welches Watt verfallen war, um eine anhaltende kreisförmige Bewegung durch die schwingende Bewegung des Maschinenbaumes hervorzubringen, und befindet sich noch jetzt in allgemeiner Anwendung. Ein Arbeiter aus Watt's Werkstätte, der dieses Mittel am ausgeführten Modell abgesehen hatte, theilte es jedoch Hrn. Washborough in Bristol mit, welcher darauf sogleich ein Patent nahm. Obschon nun Watt dieses Patent recht gut hätte anfechten können, so gab er doch, um nicht in Prozeß zu gerathen, das Mittel lieber

auf und ersann ein anderes, welches dieselbe Wirkung hervorbrachte. Dieses Mittel, bekannt unter dem Namen des Sonnen- und Planetenrades, wendete er an, bis Wasborough's Patent abgelaufen war, und griff alsdann wieder zum Krummzapfen.

Das Zahnrad B Fig. 21 ist am Ende der Verbindungsstange befestigt, so daß es sich nicht um seine Axe dreht. Die Zähne dieses Rades greifen in diejenigen eines anderen Rades A, welches in Umdrehung versetzt werden soll, und dieses geschieht auf die Weise, daß das Rad B, getrieben von der Stange H I, die ihre Bewegung vom Maschinenbaume empfängt, um das Rad A herumläuft. Letzteres heißt das Sonnenrad und ersteres das Planetenrad, wegen der auffallenden Aehnlichkeit in der Bewegung dieser Körper.

Diese Vorrichtung, obschon sie in der Hauptsache dem einfacheren Krummzapfen nachsteht, gewährt doch eigenthümliche Vortheile. Unter anderen verleiht sie dem Sonnenrade die doppelte Schnelligkeit, welche der einfache Krummzapfen mittheilen würde, denn bei dem einfachen Krummzapfen wird nur ein einziger Umgang der Welle durch einen Umgang des Krummzapfens hervorgebracht, aber bei dem Sonnen- und Planetenrad werden zwei Umgänge des Sonnenrades durch einen einzigen Umgang des Planetenrades, folglich eine doppelte Schnelligkeit durch dieselbe Bewegung des

Maschinenbaumes erlangt. Dieses leuchtet ein, wenn man in Erwägung zieht, daß bei dem höchsten Stande des Planetenrades der unterste Zahn desselben mit dem höchsten Zahne des Sonnenrades im Eingriffe steht; wenn nun das Planetenrad seinen höchsten Stand verläßt, so treiben seine Zähne diejenigen des Sonnenrades vor sich her, bis im niedrigsten Stande der höchste Zahn des Planetenrades mit dem niedrigsten Zahne des Sonnenrades im Eingriffe steht. Aber dann hat erst das halbe Sonnenrad mit dem Planetenrade in Berührung gestanden und es muß deßhalb der Zahn, welcher während des höchsten Standes mit dem Planetenrade im Eingriff stand, jetzt um den halben Rad-Umfang von ihm entfernt seyn. Ein wenig Nachdenken über die Art dieser Bewegung wird die Sache einleuchtender machen, als es irgend eine Beschreibung zu thun vermag. Dieser Vortheil, eine größere Schnelligkeit hervorzubringen, läßt sich auch durch den einfachen Krummzapfen erlangen, wenn man an seine Welle Zahnräder bringt.

Außer den größeren Kosten, welche das Sonnen- und Planetenrad verursacht, läßt sich dagegen noch einwenden, daß es leicht in Unordnung gerathen kann, und daß sich die Zähne schnell abnutzen, so daß es dem Krummzapfen, der gegenwärtig dasselbe gänzlich verdrängt hat, entschieden nachsteht.

§. 60.

Mag der einfache Krummzapfen oder das Sonnen- und Planetenrad angewendet werden, so ist noch immer eine Schwierigkeit eigenthümlicher Art mit der Fortdauer der kreisförmigen Bewegung verbunden, die ebenfalls beseitigt werden muß. Es giebt zwei Stellungen, in welchen die Maschine dem Krummzapfen nicht die geringste Bewegung mittheilen kann, die eine nämlich, wenn das Ende des Maschinenbaumes, die Welle des Krummzapfens und der Gelenkbolzen, welcher die Verbindungsstange mit dem Krummzapfen vereinigt, in derselben geraden Linie liegen. Dieses ist leicht zu begreifen. Angenommen, der Maschinenbaum, die Verbindungsstange und der Krummzapfen befänden sich in der Stellung, welche Fig. 19 angegeben ist, so würden der Punkt H und die Verbindungsstange H I in gerader Richtung aufwärts gezogen werden, sobald der Dampf den Kolben niederwärts preßte. Aber es ist ganz einleuchtend, daß bei der gegenwärtigen Stellung der Verbindungsstange H I und des Hebels I K die Kraft, welche den Punkt I in der Richtung I K zieht, nicht im Geringsten dahin wirken könne, I K um den Mittelpunkt K zu drehen, sondern daß sie bloß einen Ruck auf die Welle des Rades, oder auf die Gelenkbolzen ausübt.

Nimmt man dagegen an, daß der Krummzapfen und die Verbindungsstange in der Lage H

I K Fig. 20 sich befinden, so daß folglich der Kolben den Boden des Dampfcylinders erreicht hat, so wird der Gelenkbolzen H und die Verbindungsstange H I niederwärts gedrückt werden, und dieser Druck wird sich auf den Krummzapfen I K in der Richtung I K äußern, sobald der Dampf den Kolben emportreibt. Eine solche Kraft kann nun begreiflicher Weise den Krummzapfen nicht um den Mittelpunkt K drehen; sie wird vielmehr keine andere Wirkung äußern, als einen Ruck auf die Welle des Rades, oder auf die Gelenkbolzen.

Aus diesen Gründen kann die Maschine in diesen beiden Stellungen zur Umdrehung des Krummzapfens nicht das Geringste beitragen. Was befreit nun, könnte man fragen, die Maschine aus diesem mechanischen Dilemma, in welchem sie sich bei jedem Umgange zweimal befindet, sobald die Stellungen eintreten, in welchen der Krummzapfen der Einwirkung der Kraft entgeht? Es besteht bei Körpern ein Streben, nachdem sie einmal in Bewegung gesetzt sind, in dieser Bewegung zu beharren, bis sie durch irgend eine Widerstand leistende Kraft gehemmt werden, und dieses Streben befreit den Krummzapfen aus diesen beiden kritischen Lagen. Die Geschwindigkeit, welche ihm mitgetheilt worden ist, während er von der Kraft des Maschinenbaumes getrieben wurde, besitzt er noch in einem hinlänglichen Grade, um von ihr aus der

Lage geführt zu werden, in welcher ihn jene Triebkraft verlassen hat. Obgleich nun die kreisförmige Bewegung, welche durch den Krummzapfen erzeugt werden soll, durch diesen Umstand nicht absolut gehindert wird, so wird sie doch außerordentlich unregelmäßig, weil sie in den beiden erwähnten Stellungen, wo die Maschine ihre Gewalt über den Krummzapfen verliert, sehr langsam wird, dagegen in den von jenen entferntesten Stellungen des Krummzapfens, wo die Wirkung des Maschinenbaumes auf letzteren am größten ist, eine große Geschwindigkeit erlangt. Da der Krummzapfen aus den Stellungen, in welchen die Kraftäußerung der Maschine am größten ist, sich in diejenigen begiebt, wo diese Kraftäußerung ganz aufhört, so nimmt auf diesem Wege die Kraft beständig ab, und der Krummzapfen wird in der That durch eine wandelbare Kraft getrieben und erzeugt auch eine ungleichförmige Bewegung. Dieses ist leicht zu begreifen, sobald man nur die aufeinander folgenden Stellungen des Krummzapfens und der Verbindungsstange, wie sie in Fig. 20 angedeutet sind, in Betrachtung zieht.

Diese veränderliche Bewegung wird ganz besonders nachtheilig, sobald die Maschine dazu dienen soll, anderes Maschinenwerk zu treiben. Um diesen Mangel zu beseitigen, benutzt man die eben erwähnte Eigenschaft der Körper, nämlich ihr Streben, in der ihnen mitgetheilten Bewegung zu be-

harren. Ein großes metallenes Rad, das sogenannte Schwungrad, wird auf die Welle des Krummzapfens Fig. 19 gezogen und von letzterem in Umdrehung versetzt. Die Wirkung dieses Rades besteht nun darin, die durch den Maschinenbaum dem Krummzapfen mitgetheilte Bewegung gleichförmig zu machen, indem die Wirkung des Maschinenbaumes auf den Krummzapfen gerade ausweichend ist, im Schwungrad eine gleichförmige Geschwindigkeit zu unterhalten, und das Streben dieses Rades in der mitgetheilten Geschwindigkeit zu beharren, macht seine Umdrehung für alle praktischen Zwecke hinlänglich gleichförmig.

Diese Gleichförmigkeit der Bewegung wird indessen nur unter zwei Bedingungen erhalten, nämlich erstens, wenn der Zufluß des Dampfes aus dem Kessel gleichförmig ist, und zweitens, wenn die Maschine immer denselben Widerstand zu besiegen hat, oder gleichförmig belastet ist. Wenn dem Dampfcylinder aus dem Kessel eine größere Quantität Dampf zuströmt, so wird die Bewegung des Kolbens schneller, und die Umdrehung des Schwungrades ebenfalls schneller; ein geringerer Zufluß von Dampf wird dagegen eine langsamere Bewegung des Schwungrades zur Folge haben. Wird der Widerstand, oder die Belastung der Maschine vermindert, während der Zufluß des Dampfes derselbe bleibt, so nimmt die Geschwindigkeit zu, weil die bewegende Kraft einen geringern Wi-

derstand zu besiegen hat; und wird dagegen der Widerstand, oder die Belastung vermehrt, so nimmt die Geschwindigkeit ab, weil derselben bewegenden Kraft ein größerer Widerstand entgegengesetzt ist. Um eine gleichförmige Geschwindigkeit zu gewinnen, die Belastung oder der Widerstand mag übrigens verändert werden, wie man nur will, ist es nothwendig, den Zufluß des Dampfes in richtiges Verhältniß zum Widerstande zu bringen, so daß bei der geringsten Veränderung in der Geschwindigkeit der Zufluß des Dampfes dergestalt vermehrt, oder vermindert werden muß, daß die Maschine immer einerlei Gang behält.

§. 61.

Einer der auffallendsten und nettesten Zusätze an der Dampfmaschine ist der Apparat, den Watt ausgesonnen hat, um damit diesen Zweck zu erreichen. Ein Apparat unter dem Namen Regulator, oder Moderator für den Zweck, die Wirkung der Mühlsteine in den Getreidemahlmühlen gleichförmig zu machen, ist den Mühlenbaumeistern längst bekannt gewesen und war beim Maschinenwerk allgemein gebräuchlich. Watt machte eine schöne Anwendung dieses Apparates für die Regulirung der Dampfmaschine. In der Röhre, welche aus dem Kessel den Dampf nach dem Cylinder leitet, brachte er eine dünne Scheibe an, so daß, wenn die Fläche derselben gegen die Länge

der Röhre gerichtet war, letztere ziemlich verschlossen wurde und wenig, oder gar kein Dampf in den Cylinder dringen konnte; besaß dagegen die Kante dieser Scheibe eine der Richtung der Röhre entsprechende Stellung, so fand der ausströmende Dampf kein Hinderniß. Diese Scheibe drehte sich um eine durch ihren Durchmesser geführte Axe, welche folglich auch durch den Mittelpunkt der Röhre lief. Diese Scheibe oder Klappe hieß das Drosselventil, wurde mittelst eines Hebels außerhalb der Röhre gesteuert und ließ, je nach der erhaltenen Stellung, mehr oder weniger Dampf in den Cylinder streichen. Bekam dieses Ventil eine solche Stellung, daß die Kanten desselben ziemlich die Richtung der Röhre besaßen, so strömte dem Cylinder reichlicher Dampf zu; besaß die Fläche des Ventiles ziemlich die Richtung der Röhre, so war der Dampfzufluß mehr beschränkt, und es ergiebt sich daraus, daß durch die Stellung dieses Ventiles der Dampf dem Cylinder in jeder Quantität zugemessen werden kann.

Anfangs sollte der Maschinenwärter die Regulirung dieses Ventiles mit der Hand besorgen; wenn er bemerkte, daß die Geschwindigkeit der Kolbenbewegung zu sehr zunehme, sollte er den Zufluß des Dampfes durch theilweise Verschließung des Ventiles vermindern, und wenn die Bewegung des Kolbens zu langsam wurde, sollte er das Ventil öffnen und eine größere Menge Dampf in den

Cylinder einstreichen lassen. Damit war aber Watt noch nicht zufrieden, sondern verlangte, daß die Maschine diese Stellung des Drosselventiles mit größerer Bestimmtheit und Regelmäßigkeit, als es ein Wärter vermag, selbst besorgen sollte, und bediente sich für diesen Zweck des bereits erwähnten Moderators.

Dieser Apparat ist Fig. 19 dargestellt. L ist eine stehende Spindel oder Axe, an welcher ein Rad M mit einer Vertiefung auf dem Kranze befestigt ist. Die Spindel dreht sich an ihren Enden auf Zapfen und setzt zugleich dieses Rad in Umlauf. Ein um die Welle des Schwungrades geschlagener Riemen ist auch über das Rad M geführt und wirkt auf dieselbe Weise, wie der ähnliche Riemen an der Drehbank. Mittelst dieses Riemens bewirkt der Umlauf des Schwungrades einen Umlauf des Rades M und der Spindel L; die Geschwindigkeit des einen muß folglich in gleichem Verhältnisse mit der Geschwindigkeit des andern immer zunehmen, oder abnehmen. N, N sind zwei schwere Metallkugeln, an den Enden von Stäben befestigt, die sich an einer Axe bewegen, welche bei O an die Welle L befestigt ist, und sie reichen noch über diese Axe hinaus bis zu den Punkten Q, Q. Bei Q Q sind sie durch Gelenkbolzen mit zwei andern Stäben Q R verbunden, die an einem breiten metallenen Ringe (Laufbüchse) befestigt sind, welcher sich an der umlaufenden

Welle L mit Leichtigkeit auf- und niederbewegen kann. Dieser Ring ist an einen Hebel befestigt, dessen Drehungspunkt S ist. Dieser Hebel steht durch eine Reihe anderer Hebel mit dem Drosselventile T in Verbindung. Wenn die Geschwindigkeit des Schwungrades zu groß wird, so dreht sich die Spindel L ebenfalls mit großer Schnelligkeit um, und vermöge ihres natürlichen Strebens (der Centrifugalkraft) entfernen sich die Kugeln N N von dem Mittelpunkte. Die Hebel, welche mit der Axe O in Verbindung stehen, entfernen sich durch diese Bewegung ebenfalls von einander und drücken dadurch die Gelenke Q Q und folglich auch die Gelenke an R sammt dem Ringe R herab. Dadurch wird aber auch das Ende des Hebels, der in S seinen Drehungspunkt hat, herabgedrückt und das Ende V gehoben. Diese Bewegung wird auf das Drosselventil übergetragen, letzteres dadurch zum Theil geschlossen und dem Cylinder ein Theil des zuströmenden Dampfes entzogen. Nimmt dagegen die Geschwindigkeit des Schwungrades ab, so sinken die Kugeln gegen die Spindel, und da nun die entgegengesetzten Wirkungen eintreten, so strömt dem Cylinder eine größere Quantität Dampf zu und die Geschwindigkeit wird wieder hergestellt.

Die eigenthümliche Schönheit des Apparates besteht darin, daß, in welcher Stellung die Kugeln sich befinden mögen, die Umlaufsgeschwindigkeit

des Moderators sich immer gleich seyn muß *); und darin besteht eigentlich seine ganze Wirksamkeit als Moderator. Angenommen, die Dampfmaschine setze 100 Webestühle in Thätigkeit, und 50 derselben würden außer Eingriff gesetzt, so würde die Dampfmaschine dadurch plötzlich ihre halbe Belastung verlieren, und die vorher angewendete Quantität Dampf wird jetzt die Maschine mit einer weit grösern Geschwindigkeit in Bewegung setzen. Die Kugeln werden augenblicklich sich von

---

*) Genau genommen ist dieses nur wahr, wenn die Divergenz der Stäbe von der Spindel nicht sehr groß ist, und in der Praxis ist diese Divergenz nie so groß, um obigen Satz unwahr zu machen. Diese Eigenschaft des konischen Pendels rührt daher, daß die Centrifugalkraft in diesem Falle sich verändert, wie der Radius des Kreises, in welchem die Kugeln bewegt werden; und wenn dieses, wie allgemein bekannt, der Fall ist, so ist die Umlaufszeit constant. Die Zeit eines Umlaufes der Kugeln ist der doppelten Zeit gleich, in welcher jeder Kugel als ein gewöhnliches Pendel am Drehungspunkte schwingt; und da alle ihre Schwingungen, obschon die Bogenstücke ungleich sind, an Zeit sich gleich sind, sobald nur die Bogen klein sind, so ist auch die Umlaufszeit der umschwingenden Kugeln unveränderlich. Diese Bemerkungen gelten indessen nur, wenn die Kugeln sich in einer fortdauernden kreisförmigen Bewegung finden, denn während des Emporsteigens beschreiben sie eine Spiralcurve mit doppelter Curvatur, und die Umlaufszeit ist sich nicht gleich. Dieses findet nur während der momentanen Veränderungen in der Geschwindigkeit der Maschine statt.

der Spindel entfernen und das Drosselventil zum Theil verschließen, wodurch der Zufluß von Dampf vermindert wird. Ist dieses so weit erreicht, daß die frühere Geschwindigkeit der Maschine wieder hergestellt ist, so werden die Kugeln eine feste Stellung annehmen und fortwährend in dem größern Abstande von der Spindel mit derselben Geschwindigkeit sich umschwingen, wie bei ihrer ursprünglichen Entfernung von der Spindel.

Somit hätten wir nun die Haupttheile der Dampfmaschine von doppelter Wirkung beschrieben. Die Ventile und die Steuerungsarten derselben sind für die nächste Vorlesung vorbehalten, da bei ihnen eine große Verschiedenheit zulässig ist, so daß es zweckmäßiger seyn dürfte, sie ganz besonders abzuhandeln. Wir haben auch die Betrachtung des Kessels für eine künftige Vorlesung aufgespart, indem er keineswegs als der am wenigsten interessante Theil der Dampfmaschine sich darstellt.

Siebentes Capitel.

Ueber die Ventile der doppelt wirkenden Dampfmaschine. — Ursprüngliche Ventile. — Spindelventile. — Schiebladenventile. — D Ventile. — Vierwegehahn. —

§. 62.

Die verschiedenen, in der letzten Vorlesung beschriebenen Verbesserungen bekam Watt im Jahre 1782 durch ein Patent gesichert. Die Maschine erlangte jetzt einen großen Wirkungskreis, denn ihre Oberherrschaft in den Manufacturen war durch das Schwungrad, den Krummzapfen und den Moderator entschieden worden. Mittelst dieser Zusätze konnte man ihre Bewegungen mit der größten Genauigkeit reguliren, so daß, während sie

eine fast unbegränzte Macht besaß, diese Macht so genau regulirt wurde, wie die Bewegung einer Uhr. Es giebt deßhalb keine Art von Manufactur, von der Kraft, welche den feinsten Faden spinnt, oder das zarteste Gewebe erzeugt, bis zu derjenigen, welche angewendet werden muß, um die grösten Lasten zu heben, oder ganz unbegränzte Widerstände zu besiegen, — in welcher sich diese Maschine nicht anwenden ließe. Obschon allerdings die Dampfmaschine in spätern Zeiten viele Verbesserungen erhalten hat, von denen einige dem Scharfsinn und den Talenten ihrer Erfinder sehr zur Ehre gereichen, so läßt sich doch nicht im geringsten läugnen, daß alle ihre großen und Hauptvervollkommnungen, alle diejenigen Eigenschaften, vermöge welcher sie so wunderbare Wirkungen auf die Hülfsquellen Großbritanniens durch Ausbreitung von Manufacturen und Handel hervorgebracht hat, — diejenigen Eigenschaften, durch welche ihr Einfluß in jedem Theile des civilisirten Erdballs empfunden und anerkannt wird, indem der Wohlstand zunimmt, die Genüsse sich vervielfältigen und die Lebensfreuden wohlfeiler werden, — daß diese Eigenschaften aus den überwiegenden Kräften eines Mannes hervorgegangen sind, und zwar eines Mannes, der weder die Macht des Reichthumes, des Ranges, noch der Erziehung besaß, um den ersten Anstoß zu geben, der oft so nothwendig ist, die frühern Erzeugnisse des Genies in Umlauf zu setzen.

Die Steuerungsart der Ventile der Dampfmaschine von doppelter Wirkung ist ein Gegenstand, der den Scharfsinn der Maschinenbaumeister sehr beschäftigt hat, und es sind manche nette Vorrichtungen ersonnen worden, von denen jetzt einige beschrieben werden sollen. Aber auch in diesem Punkte hat Watt's Erfindungsgeist seinen Nachfolgern vorgegriffen, und die von ihm angegebenen Mittel sind diejenigen, welche noch jetzt fast durchgängig benutzt werden.

Um die Wirkungsart der verschiedenen Sorten von Ventilen, die jetzt beschrieben werden sollen, völlig zu begreifen, muß man sich der Art und Weise deutlich erinnern, wie der Dampf dem Cylinder zugeführt und entzogen wird. Wenn der Kolben im Cylinder aufgestiegen ist, wird der unter ihm befindliche Dampf in den Condensator gezogen, und der Dampf aus dem Kessel wirkt nun auf die obere Fläche des Kolbens. Ist letzterer niedergestiegen, so wird der über ihm befindliche Dampf in den Condensator gezogen und der Dampf aus dem Kessel wirkt auf die untere Seite des Kolbens.

In den früheren von Watt erbauten Maschinen wurde diese Vertheilung des Dampfes durch vier Ventilen bewerkstelligt, die sich je zwei und zwei öffneten und schlossen. Ventilbüchsen befanden sich oben und unten am Cylinder, und jede stand durch Röhren, sowohl mit dem Dampfrohre, als auch mit dem Condensator in Verbindung. Jede

Ventilbüchse enthielt sonach zwei Ventile; das eine ließ den Dampf aus dem Dampfrohr in den Cylinder, und das andere ließ ihn in den Condensator übergehen. Es enthielt also jede Ventilbüchse ein Dampfventil und ein Evacuationsventil. Die Ventile am obern Theile des Cylinders heißen: das obere Dampfventil, und das obere Evacuationsventil und diejenigen unten am Cylinder das untere Dampfventil und das untere Evacuationsventil. In Fig. 19. ist 'A das obere Dampfventil, und läßt, wenn es geöffnet ist, den Dampf über den Kolben streichen; 'B ist das obere Evacuationsventil, durch dessen Oeffnung der Dampf über den Kolben in den Condensator gezogen wird. 'C ist das untere Dampfventil, welches den Dampf unter den Kolben streichen läßt, und 'D das untere Evacuationsventil, durch welches der Dampf unter dem Kolben in den Condensator gezogen wird.

Angenommen nun, der Kolben sey im Cylinder aufgestiegen, der Cylinder unter demselben mit Dampf gefüllt, von welchen er eben emporgepreßt worden. Es soll ferner das obere Dampfventil 'A, und das untere Evacuationsventil 'D geöffnet und die beiden anderen Ventile verschlossen seyn: so wird der Dampf, welcher den Raum des Cylinders unter den Kolben füllt, sogleich durch das Ventil 'D in den Condensator entweichen und ein leerer Raum unter dem

Kolben entstehen. Zu gleicher Zeit streicht aus dem Dampfrohre durch das Ventil ‘A Dampf über den Kolben und preßt denselben im Cylinder nieder. Hat der Kolben die Sohle des Cylinders erreicht, so werden das obere Dampfventil ‘A und das untere Evacuationsventil ‘D verschlossen, dagegen das untere Dampfventil ‘C und das obere Evacuationsventil B geöffnet. Der Dampf im Cylinderraume über dem Kolben entweicht jetzt durch ‘B in den Condensator, und es entsteht über dem Kolben ein leerer Raum. Zu gleicher Zeit streicht Dampf aus dem Kessel durch das untere Dampfventil ‘C unter den Kolben und treibt denselben im Cylinder empor; und so dauert nun das Spiel der Maschine fort.

Es erhellt deßhalb, daß das obere Dampfventil und das untere Evacuationsventil bei der Ankunft des Kolbens im obern Theile des Cylinders zusammen geöffnet werden müssen. Um dieses zu bewerkstelligen, steht ein Hebel ‘E durch Gestänge mit diesen beiden Ventilen in Verbindung und wird in Bewegung gesetzt durch einen Daumen an der Kolbenstange der Luftpumpe. Dieser Daumen kann so angebracht werden, daß er die gewünschte Wirkung genau im richtigen Zeitmoment hervorbringt. Auf gleiche Weise steht ein anderer Hebel ‘F durch Gestänge mit dem obern Evacuationsventil und dem untern Dampfventil in Verbindung, so daß er dieselben zusammen öffnet und schließt. Auch dieser Hebel wird ebenfalls durch einen Dau-

men an der Kolbenstange der Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt.

§. 63.

Diese Art, die Ventile zu verbinden und zu steuern, ist durch eine andere verdrängt worden, auf welche Hr. Muray zu Leeds ein Patent genommen hat. Sie wurde indessen durch Bolton und Watt wieder beseitigt, indem dieselben darthaten, daß sie diese Steuerungsart schon früher angewendet hatten. Sie ist Fig. 22. und 23. dargestellt. Die Spindeln der Ventile haben eine senkrechte Stellung und bewegen sich im Deckel der Ventilbüchsen in dampfdichter Liderung. Die Spindel des obern Dampfventiles **A** ist eine Röhre, durch welche die Spindel des obern Evacuationsventiles **B** läuft und in derselben sich dampfdicht bewegt. Diese beiden Spindeln bewegen sich dampfdicht in der Liderung der Kappe der Ventilbüchse. Das untere Dampfventil **C** und das Evacuationsventil **D** befinden sich unter ähnlichen Umständen, indem die Spindel des erstern eine Röhre darstellt, in welcher sich die Spindel des letztern bewegt. Die Spindel des obern Dampfventiles und des unteren Evacuationsventiles sind nun durch den Stab **E** mit einander verbunden, und diejenigen des obern Evacuationsventiles und des untern Dampfventiles durch einen andern Stab **F**. Diese Stäbe können deßhalb, wenn sie nach oben oder nach unten bewegt wer-

den, die Ventile paarweise bewegen. Die Bewegung durch welche die Ventile ihre Steuerung erhalten, wird indessen nicht durch die Kolbenstange der Luftpumpe, sondern durch die Welle des Schwungrades mitgetheilt. Diese Welle setzt nämlich die sogenannte excentrische Scheibe in Bewegung. Das Princip, welches die Bewegung dieser Scheibe regulirt, läßt sich auf folgende Weise erklären.

D E Fig. 24. und 25. ist ein metallener Ring von ganz glatter innerer Fläche. Dieser Ring steht mit einer Stange F B in Verbindung, welche die Ventile durch Hebel in Bewegung setzt, die bei B an ihr befestigt sind. Eine runde Metallscheibe ist dergestalt in den Ring gepaßt, daß sie sich in demselben drehen kann, und die in Berührung stehenden Oberflächen des Ringes und der Scheibe sind glatt und werden mit Oel oder Fett schlüpfrig erhalten. Diese runde Scheibe dreht sich nun, aber nicht an ihrem Mittelpunkt, sondern an ihrer Achse C, welche vom Mittelpunkte A etwas entfernt ist. Die Folge davon ist nun offenbar diejenige, daß der Ring, in welchem sie sich dreht, abwechselnd in entgegengesetzten Richtungen bewegt wird und durch einen Raum, welcher gleich ist der doppelten Entfernung C A der Achse der Scheibe von dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte derselben und dem Ring. Die excentrische Scheibe in ihren beiden extremen Stellungen ist in Fig. 24. und 25. dar-

gestellt. Die Scheibe und der Ring D E sitzen an der Welle des Schwungrades, oder an der Welle eines anderen, vom Schwungrade getriebenen Rades, so daß die Bewegung steter Umdrehung im Schwungrad auf diese Weise eine abwechselnde geradlinigte Bewegung in der Stange F B hervorbringt. Diese Stange steht durch Hebel mit den Stäben E und F Fig. 22. und 23. in Verbindung, welche letzteren die Ventile dergestalt in Thätigkeit setzen, daß, wenn die excentrische Scheibe die Fig. 24. bezeichnete Stellung hat, ein paar Ventile geöffnet und das andere geschlossen wird; und wenn sie in die Fig. 25. angedeutete Stellung kommt, wird das andere Ventilpaar geöffnet und das erstere geschlossen u. s. w. Mittelst dieses Apparates erhalten die Ventile heut zu Tage fast durchgehends ihre Steuerung. *)

---

*) Der Vortheil der excentrischen Scheibe besteht in dem sanften Wechsel der hin- und hergehenden Bewegung; sie schließt jedoch langsamer ab; dabei ist keine Absperrung während des Kolbenhubes möglich. Damit diese Absperrung bewirkt werde, muß die Schubstange während eines Kolbenhubes zwei Bewegungen erhalten, von denen die eine doppelt so groß ist, als die andere. Hierzu erhält die excentrische Scheibe die in der Fig. 26 und 27 angegebene Einrichtung, bei welcher der Umkreis zweier aneinander liegenden Scheiben nach der Form von Daumen oder Hebeköpfen gebildet wird, welche auf zwei Rollen wirken, die mit der Schubstange in Verbindung sind und an die ent-

Nimmt man an, daß der Kolben im obern Theile des Cylinders (Fig. 22) angelangt und der Stab E empor gehoben sey, so sind die Ventile A und D geöffnet, dagegen B und C geschlossen. Der Dampf streicht aus dem Dampfrohre durch eine Oeffnung

---

gegengesetzten Krümmungen der Scheibe sich anschließen. A B sey die erste und B G die zweite Bewegung; der Theil des Kreises E A sey die Zeit für die Schließung des Kanales zum Condensator, und A F die Zeit für die Oeffnung des Kanales für den Dampf; so muß, damit die Bewegung leicht erfolge, die krumme Linie H G so gezogen werden, daß jeder ihrer beiden Theile eine Parabel ist, wovon die eine ihren Gipfel in H, die andere in G hat. Für die zweite Bewegung befindet sich die zweite daumenförmige Scheibe mit der krummen Linie I K hinter der ersten auf derselben Axe, wie in Fig. 27 M ersichtlich. Die krummen Linien correspondiren mit einander in den entgegengesetzten Theilen des Durchmessers, so daß die Entfernungen zwischen je zwei sich gegenüberstehenden Punkten gleich sind, wie die punktirten Kreise in der Figur zeigen. Der Mittelpunkt D und die Mittelpunkte der Axen der beiden Rollen liegen in einer geraden Linie. Die Bewegung und ihre Ausdehnung ist auf diese Art gesichert. Die vier Verbindungsstangen des viereckigen Rahmens, in welchem die Rollen befestigt sind, und durch welchen die Axe des Schwungrades geht, laufen, wie Fig. 27 zeigt, in zwei Ausschnitten der letzteren a, b, c, d, damit der Rahmen sich nicht nach der Länge der Axe verschieben, sondern nur senkrecht auf dieselbe hin- und herbewegen kann. Damit man die Absperrung beliebig reguliren könne, ist die zweite Scheibe M, von welcher ein Zapfen in einem

unmittelbar über dem Ventil A ein und gelangt durch das geöffnete Ventil über den Kolben in den Cylinder. Zu gleicher Zeit ergießt sich der unter dem Kolben befindliche Dampf, von welchem letzterer eben emporgetrieben worden ist, durch das geöffnete Ventil D und durch eine Röhre unmittelbar unter demselben in den Condensator. Nachdem auf diese Weise ein leerer Raum unter dem Kolben erzeugt worden, und der Dampf von oben

---

Ausschnitte der ersten läuft, auf der Axe drehbar, um ihre Stellung so weit verändern zu können, daß die krumme Linie KI bis nach N gerückt wird, folglich die Absperrung in diesem Raume variiren kann. Dreht sich also die Scheibe von G nach H, was am Ende des Hubes der Fall ist, so öffnet sich in der in der Figur angezeigten Stellung der Eintritt des Dampfes in den Cylinder, indem die Rollen mit ihrem Rahmen und der Schubstange vorwärts bewegt werden: von G nach I bleibt die Stange unbeweglich; tritt IK an die vordere Rolle, so wird die Stange rückwärts bewegt und der Dampfzufluß abgesperrt, wo dann die Bewegung des Kolbens durch dessen Ausdehnung erfolgt; tritt die G gegenüber liegende Stelle an die vordere Rolle, was am Ende des Hubes der Fall ist, so wird der Rahmen mit der Schubstange noch einmal so viel rückwärts bewegt, der Condensator für den einen Kanal geschlossen und der Dampfzufluß geöffnet, wornach auf der zweiten Hälfte der Umdrehung dieselbe Bewegung in entgegengesetzter Richtung für den zweiten Kolbenhub erfolgt. Diese Einrichtung hat zugleich den Vortheil der schnellen Oeffnung und Schließung der Ventile.

auf denselben drückt, geht er nieder, und nachdem er den Boden des Cylinders erreicht hat (Fig. 23), wird der Stab F niedergezogen, die Ventile A und D treten in ihre Lager, und zu gleicher Zeit wird der Stab F emporgezogen, wodurch die Ventile B und C sich öffnen. Es streicht jetzt Dampf durch eine Oeffnung über dem Ventil C ein und dringt unter den Kolben, während der Dampf über demselben durch das offene Ventil B in eine Röhre unmittelbar unter demselben eintritt und in den Condensator geleitet wird. Weil dadurch ein leerer Raum über dem Kolben entsteht, und der Dampf auf letzteren von unten einwirkt, so steigt er empor, und es wird auf diese Weise das abwechselnde Empor- und Niedersteigen durch die Bewegung unterhalten, welche das Schwungrad den Stäben E und F mittheilt.

§. 64.

Es giebt noch verschiedene andere Einrichtungen, mittelst deren sich die Circulation des Dampfes durch den Cylinder reguliren läßt. In Fig. 28. und 29. ist der Durchschnitt eines von Hrn. Murray zu Leeds angegebenen Schiebeventils dargestellt. Das Dampfrohr des Kessels mündet sich bei S in die Ventilbüchse D E ein. Krumme Gänge A A und B B stellen zwischen dieser Ventilbüchse, dem obern und dem untern Theile des Cylinders die Verbindung her, und ein vierter Gang

führt zur Röhre C, welche in den Condensator läuft. Ein Schieber in der Ventilbüchse öffnet abwechselnd eine Communication zwischen jedem Ende des Cylinders und der in den Condensator laufenden Röhre C. Bei der Stellung des Apparates in Fig. 28 dringt der Dampf aus dem Dampfrohre durch den krummen Gang A A über den Kolben, und zu gleicher Zeit strömt der Dampf unter dem Kolben durch den Gang B B in die Röhre C und von da in den Condensator. Unter dem Kolben entsteht dadurch ein leerer Raum, und der Dampf wirkt alsdann wieder von oben auf den Kolben, der deßhalb niedersteigt. Nachdem er den Boden des Cylinders erreicht hat, wird der Schieber in die, Fig. 29 bezeichnete Stellung bewegt. Es streicht jetzt Dampf von S durch B B unter den Kolben, und der über ihm befindliche Dampf entweicht durch A A und C in den Condensator. Ueber dem Kolben entsteht dadurch ein leerer Raum, worauf Dampfdruck unter demselben zur Einwirkung gelangt, und der Kolben emporsteigt. Auf diese Weise dauert die Bewegung fort.

Der Schieber wird durch einen Hebel und letzterer durch die excentrische Scheibe am Schwungrad in Bewegung gesetzt.

§. 65.

Watt hat noch eine Art, die Circulation des Dampfes zu reguliren, angegeben, welche unter

dem Namen des D=Ventiles bekannt ist und diesen Namen wegen der Aehnlichkeit des horizontalen Durchschnittes des Ventiles mit dem Buchstaben D erhalten hat. Dieses sehr allgemein gebräuchliche Ventil ist im Durchschnitt in Fig. 30 und 31 dargestellt. Der Dampf aus dem Kessel findet Zutritt bei S. Ein metallener Stab verbindet zwei massive Stöpsel A und B, welche sich dampfdicht in dem Kanale D bewegen. In der Stellung des Apparates, welche in Fig. 30 angedeutet ist, streicht der Dampf von S durch D und gelangt in den Cylinder über den Kolben, während der unter dem Kolben befindliche Dampf einen offenen Weg nach der Röhre C und von da in den Condensator findet. Unter dem Kolben entsteht dadurch ein leerer Raum, während der Dampf von oben auf den Kolben wirkt und denselben folglich niedertreibt. Wenn er den Boden des Cylinders erreicht hat, treten die Stöpsel A und B in die Stellung, welche in Fig. 31 angegeben ist. Der Dampf dringt jetzt von S durch D in den Cylinder unter den Kolben, während der über dem Kolben befindliche Dampf, von welchem letzterer eben niedergetrieben worden ist, durch einen offenen Weg in den Condensator sich begiebt. Es entsteht dadurch über dem Kolben ein leerer Raum, der Dampf drückt auf die untere Fläche des Kolbens und treibt denselben empor. Nachdem er den obersten Theil des Cylinders erreicht hat, ändert sich die Stellung der

Hähne abermals, nämlich wie sie in Fig. 30 dargestellt ist, und die Folge davon ist der bereits beschriebenen ganz gleich, der Kolben wird nämlich niedergetrieben. Auf diese Weise wird das Spiel der Maschine unterhalten.

Die Stöpsel A und B und der Verbindungsstab derselben werden durch entsprechende Hebel, die mit einer excentrischen Scheibe in Verbindung stehen, auf- und niederbewegt.

Diese Einrichtung wird häufig modificirt, besonders in Fällen, wo die Maschine von nicht sehr großer Kraft ist, indem man nämlich den Dampf über dem Kolben durch eine Röhre in den Stöpseln A und B und ihrem Verbindungsstabe in den Condensator übertreten läßt. In Fig. 32 und 33 läuft eine Röhre durch die Stöpsel A und B und den Verbindungsstab derselben. Nach Fig. 32 dringt der bei S eintretende Dampf durch die Röhre in den Cylinder über den Kolben, während der Dampf unter dem Kolben durch C in den Condensator gelangt. Da hierdurch ein leerer Raum unter dem Kolben entsteht und der Dampf auf denselben drückt, so steigt er nieder; und wenn er den Boden des Cylinders erreicht hat, verändert sich die Stellung der Stöpsel A und B und der Röhre so, wie in Fig. 33 angegeben worden ist. Der bei S eintretende Dampf strömt nun in den Cylinder unter den Kolben, während der Dampf über dem Kolben durch C in den Condensator gelangt. Ueber dem

Kolben entsteht dadurch ein leerer Raum, und der von unten wirkende Dampf treibt den Kolben empor. Nachdem er den obern Theil des Cylinders erreicht hat, werden die Stöpfel in die Fig. 32 angegebene Stellung bewegt, und da ähnliche Folgen daraus entstehen, so geht der Kolben abermals nieder. Auf diese Weise wird bei dieser Vorrichtung das Spiel der Maschine unterhalten.

Die Bewegung der verschiebbaren Röhre kann, wie in den vorigen Fällen, durch die excentrische Scheibe vermittelt werden. Sie kann auch manchmal mittelst eines an der Kolbenstange befestigten Hebekopfes hervorgebracht werden. Beim Niedergange des Kolbens ergreift dieser Hebekopf eine Vorragung an dem Verbindungsstabe der Ventile und treibt denselben nach unten, und beim Emporsteigen ergreift er eine ähnliche Vorragung und hebt den Stab empor.

§. 66.

Ein anderes Mittel, welches seiner Nettigkeit und Einfachheit halber Erwähnung verdient, ist der doppelt durchbohrte Hahn, Vierwegehahn genannt. Derselbe ist in Fig. 34 und 35 im Durchschnitte dargestellt. C, T, S, B sind vier Gänge oder Röhren; die Röhre S kommt aus dem Dampfkessel und leitet den Dampf; die gegenüberliegende C leitet in den Condensator; der Gang T führt in den obern Theil des Dampfcylinders, und der

Gang B in den untern Theil desselben. Diese vier Kanäle stehen mit einem Hahn in Verbindung, der mit zwei krummen Gängen, wie aus den Figuren ersichtlich, versehen ist. Diese Gänge sind so angelegt, daß sie, je nach der Stellung des Hahnes, eine Communication zwischen zwei nebeneinander liegenden Röhren von den vier eben erwähnten eröffnen können. Hat der Hahn die in Fig. 34 angedeutete Stellung, so ist die Communication zwischen dem Dampfrohr und dem obern Theile des Cylinders mittelst einer der krummen Gänge und zwischen dem Condensator und dem untern Theile des Cylinders mittelst des andern gekrümmten Ganges geöffnet. In diesem Falle dringt der unter dem Kolben befindliche Dampf in den Condensator, so daß er unter dem Kolben einen leeren Raum zurückläßt; zugleich streicht aus dem Kessel Dampf über den Kolben. Letzterer geht deßhalb nieder, und nachdem er auf dem Boden des Cylinders angelangt ist, wird die Stellung des Hahnes wie in Fig. 35 verändert. Diese Veränderung wird bewerkstelligt, wenn man den Hahn durch den vierten Theil eines ganzen Umganges dreht, was sich durch einen mittelst der excentrischen Scheibe in Bewegung gesetzten Hebel, oder auf verschiedene andere Weise ausführen läßt. Einer von den krummen Gängen im Hahn öffnet jetzt eine Verbindung zwischen dem Dampfrohr und dem untern Theile des Cylinders, und der andere eine Com-

munication zwischen dem Condensator und dem obern Theile des Cylinders. Somit gelangt der Dampf aus dem Kessel unter den Kolben, während der Dampf über dem Kolben in den Condensator entweicht. Dadurch entsteht ein leerer Raum über dem Kolben, und der auf die untere Fläche des Kolbens wirkende Dampf treibt denselben empor. Nachdem er im obern Theile des Cylinders angelangt ist, wird der Hahn wieder in die Stellung Fig. 34 zurückbewegt, worauf der Kolben niedergeht, und das Spiel der Maschine auf die bezeichnete Weise fortdauert. In Fig. 36 und 37 ist der Vierwegehahn sammt den Gängen nach dem obern und untern Theile des Cylinders in einem größern Maaßstab abgebildet.

Diese schöne Einrichtung ist keine neue Erfindung, schon Papin wendete sie an, und auch Leupold beschreibt sie in seinem Theatrum machinarum, einem Werke, welches um das Jahr 1720 erschienen ist. Es wird in demselben eine Maschine beschrieben, die mit Dampf von hoher Pressung nach einem Grundsatze wirkt, den wir in einer folgenden Vorlesung beschreiben wollen.

Gegen den Vierwegehahn lassen sich einige praktische Einwendungen machen. Die Quantität Dampf, welche die Röhren zwischen dem Hahn und dem Cylinder füllt, geht mit jedem Zuge verloren. Dieser Tadel trifft indessen auch das Schiebladenventil (Fig. 28 und 29) und die verschiebbare Röhre

oder die D Ventile (Fig. 30, 31, 32 und 33). Ja sie leidet Anwendung auf jede Vorrichtung, bei welcher die Absperrung des Dampfes nicht am obern und am untern Theile des Cylinders bewirkt wird. Außerdem können die verschiedenen Gänge und Röhren nicht auf eine schickliche Weise weit genug gemacht werden, um die hinlängliche Menge Dampf zu liefern, und man muß deßhalb im Kessel Dampf von mehr als gewöhnlicher Spannung erzeugen, um die Verdünnung auszugleichen, welche er während des Durchganges durch so viele enge Röhren erfährt.

Der wichtigste Einwand gegen die Anwendung des Vierwegehahns, besonders bei großen Maschinen, ist indessen die ungleiche Abnutzung desselben. Diejenigen Theile in der Nähe der Gänge haben nämlich kleinere Oberflächen, werden durch die Reibung mehr afficirt, und in kurzer Zeit dringt der Dampf am Hahnschlüssel nach außen, geht verloren und trägt dazu bei, den leeren Raum unvollkommen zu machen.

Dergleichen Hähne werden deßhalb selten angewendet, außer bei kleinen Maschinen mit Dampfverdichtung, dagegen fast durchgängig bei hochdrückenden Dampfmaschinen, denn bei letzteren ist das Entweichen des Dampfes nicht von so großem Belang, wie wir weiter unten sehen werden.

Achtes Capitel.

Der Kessel nebst Zubehör. — Probirhähne. — Speisungsapparat. — Dampfprobe (Queckſilbervisir). — Barometerprobe. — Indicator, Thermometer, Manometer. — Sicherungsventile. — Dämpfer mit Selbststeuerung. — Ventil des Herrn von Edelcrantz. — Ofen. — Rauchverzehrender Ofen. — Brunton's Ofen mit Selbstregulirung — Oldham's Modification.

---

§. 67.

Die regelmäßige Thätigkeit einer Dampfmaschine, wie auch die Ersparniß an Brennmaterial, hängt zum großen Theil von der Einrichtung des

Kessels, oder des Dampferzeugungsapparates ab. Man kann den Kessel als ein großes Dampfmagazin für die Maschine betrachten, und es muß darauf gesehen werden, daß nicht allein immer eine hinlängliche Quantität für den Bedarf der Maschine vorräthig sey, sondern daß er auch die gehörige Qualität besitze, nämlich, daß die Spannung desselben weder größer noch geringer als nöthig sey. Es müssen deßhalb Vorkehrungen getroffen werden, daß die Dampferzeugung im genauen Verhältniß zur Arbeit stehe, und daß der unter diesen Bedingungen erzeugte Dampf in demselben Verhältnisse dem Dampfcylinder zugeleitet werde.

Um dieses zu erreichen sind verschiedene Mittel mit großem Scharfsinn ausgedacht worden, die jetzt näher beschrieben werden sollen.

§. 68.

Um die Höhe des Wassers im Kessel anzuzeigen, sind von Zeit zu Zeit verschiedene Mittel angegeben worden. Wir haben bereits der zwei Probirhähne Erwähnung gethan, deren man sich bei den frühern Dampfmaschinen bediente (§. 25.) und die noch immer in manchen Fällen angewendet werden. Es giebt indessen einige andere Einrichtungen für denselben Zweck, die unsere Aufmerksamkeit verdienen.

Ein Gewicht F Fig. 38 zur Hälfte untergetaucht im Wasser des Kessels, wird von einem

Drahte getragen, welcher sich dampfdicht durch eine kleine Oeffnung im obern Theile des Kessels fortsetzt und mit einer Schnur, oder Kette in Verbindung steht, welche über ein Rad W geschlagen ist und ein Gegengewicht A trägt, das gerade hinlänglich ist, um das Gewicht F, wenn es halb eingetaucht ist, im Gleichgewichte zu halten. Wird F über die Wasserfläche gehoben, so kann das Gewicht A, welches leichter ist, nicht mehr das Gleichgewicht herstellen, sondern F wird niedergehen, A emporziehen und das Rad W drehen. Sinkt dagegen F tiefer in das Wasser, so besitzt A mehr Vermögen, als zur Herstellung des Gleichgewichts erforderlich ist, und hebt folglich F empor, so daß also die einzige Bedingung, unter welcher F und A einander im Gleichgewichte halten, nur dann eintritt, wenn F zur Hälfte eingetaucht ist. Das Rad W ist so gestellt, daß, wenn zwei Stifte im Kranze desselben in der horizontalen Lage, wie in Fig. 38 sich befinden, das Wasser seine richtige Höhe hat. Daraus ergiebt sich nun, daß, wenn das Wasser über diese Höhe steigt, das Gewicht F gehoben wird und A niedersteigt, so daß die Stifte P und ‘P, die in Fig. 39 angedeutete Lage zu einander erhalten. Wenn dagegen der Wasserstand sinkt, so fällt F, und A steigt, so daß die Stifte P ‘P die in Fig. 40 bezeichnete Stellung erlangen. Auf diese Weise wird die Lage der Stifte P ‘P in der Regel eine Anzeige der Quantität Wasser im Kessel.

Auf eine andere Weise erreicht man diesen Zweck durch eine Glasröhre Fig. 41, welche mit dem Ende T in den Kessel über der richtigen Höhe und mit dem andern Ende 'T unter der richtigen Höhe eingesetzt ist. Das Wasser in der Röhre wird begreiflicher Weise immer gleiches Niveau mit dem Wasser im Kessel haben, weil in den unteren Theil das Wasser ungehindert eintreten kann, und die Oberfläche denselben Dampfdruck erfährt, wie das Wasser im Kessel. Dieses und das letzterwähnte Mittel, die Höhe des Wasserstandes zu erfahren, gewähren den Vortheil, daß der Maschinenaufseher ohne weiteres mit einem Blick die Höhe des Wasserstandes erfährt, während die Probirhähne §. 25. beide geöffnet werden müssen, wenn man den Höhenstand erforschen will.

Dergleichen Vorrichtungen verlangen indessen häufige Aufmerksamkeit des Maschinenwärters, und es ist wünschenswerth, entweder ein besseres Mittel, diese Aufmerksamkeit zu erregen aufzufinden, oder die Speisung des Kessels von jeder Aufmerksamkeit unabhängig zu machen. Um die Aufmerksamkeit des Maschinenwärters zu erregen, wenn der durch Verdunstung zum Theil erschöpfte Kessel wieder gefüllt werden muß, pflegte man zuweilen an der tiefsten Wasserhöhe, die das Wasser erreichen darf, eine Röhre einzusetzen, sie ins Maschinenhaus zu leiten und mit einem Mundstück oder einer Pfeife zu versehen, so daß, wenn das Wasser

unter das Niveau gesunken war, wo diese Röhre in den Kessel sich einmündet, der Dampf in dieselbe drang und mit großer Schnelligkeit aus dem Mundstücke schoß, wodurch der Maschinenaufseher durch einen Ruf, der ihn sogar aus dem Schlaf erwecken konnte, an seine Pflicht erinnert wurde.

§. 69.

Bei der beßten dieser Vorrichtungen blieb dem Maschinenaufseher immer die Obliegenheit, den Kessel zu speisen, und das äußerste, was der Kessel selbst verrichtete, bestand darin, daß er zur rechten Zeit anzeigte wenn er Wasser bedurfte. Unter andern Uebelständen war die Folge davon auch die, daß der Wasserstand beständig sich veränderte.

Um dem abzuhelfen ist ein Mittel erfunden worden, durch welches die Maschine ihren eigenen Kessel speißt. Die Röhre ‘G Fig. 19, welche mit der Warmwasserpumpe ‘H in Verbindung steht, läuft in einen kleinen Behälter C Fig. 42, welcher das geförderte Wasser aufnimmt. Im Boden dieses Behälters ist ein Ventil V angebracht, welches sich nach oben öffnet und mit einer Speiseröhe in Verbindung steht, die in den Kessel bis unter das Wasserniveau in demselben hinabtritt. Die Spindel des Ventiles V steht mit einem Hebel in Verbindung, welcher seinen Drehungspunkt in D hat, mit einem in das Wasser des Kessels, wie in Fig. 38 beschrieben, eingetauchten Gewicht F belastet

ist, und durch das Gegengewicht A ebenfalls auf dieselbe Weise in Gleichgewicht erhalten wird. Fällt das Wasserniveau im Kessel, so sinkt auch F mit demselben, zieht den Arm E des Hebels nieder, hebt das Ventil V und läßt aus dem Behälter C das Wasser in den Kessel sinken. Ist der Kessel auf diese Weise wieder gefüllt und die richtige Wasserhöhe hergestellt, so wird F gehoben und das Ventil V durch das Gewicht A geschlossen. In der Praxis findet indessen das Ventil V seine Steuerung durch die Wirkung des Wassers auf das Gewicht F in der Art, daß das Wasser des Speisebehälters C in ununterbrochener Strömung und gerade in solcher Quantität in den Kessel hinabtreten kann, daß die durch Dampfbildung entstandene Consumtion ersetzt und beständig einerlei Wasserhöhe im Kessel erhalten wird.

Durch dieses äußerst glückliche Auskunftsmittel speißt sich der Kessel selbst, oder er empfängt vielmehr stets eine solche Quantität Wasser, daß er nicht gefüllt zu werden braucht, was durch die größte Aufmerksamkeit des Maschinenaufsehers unmöglich erreicht werden könnte. Aber dieses ist nicht der einzige Nutzen dieser Einrichtung. Ein Theil des Dampfes, welcher aus dem Kessel strich, um den Dampfkolben zu heben, alsdann zu Wasser verdichtet und durch die Luftpumpe in den Warmbrunnen (§. 45.) gehoben wurde, wird hier wieder in die Quelle geleitet, aus welcher er entsprungen

ist, und führt den nicht consumirten Theil seiner Wärme zurück, ehe er abermals durch die Maschine circulirt.

Die Quantität warmes Wasser, welches von der Pumpe in den Behälter C gehoben wird, übersteigt manchmal den Bedarf des Kessels, und man kann deßhalb eine Abflußröhre anbringen, um den Ueberschuß für irgend einen nützlichen Zweck abzuleiten; oder man kann ihn auch in einem besondern Behälter erkalten lassen und dann in die Kaltwassercisterne Fig. 16 leiten, wenn es etwa an Wasser zur Versorgung dieser Cisterne in einigem Grade fehlen sollte.

In großen Städten und an solchen Orten, wo etwas darauf ankommt, jeden Verlust an Wasser zu vermeiden, können die Abflußröhren aus dem Behälter C Fig. 42 und aus der Kaltwassercisterne, in welcher der Condensator und die Luftpumpe stehen, in einen Behälter AB Fig. 43 geleitet werden. C sey z. B. die Röhre aus dem Speisungsbehälter des Kessels und D diejenige aus der Kaltwassercisterne, so sammelt sich das Abflußwasser aus den genannten beiden Behältern in AB. Im Boden von AB ist ein sich nach oben öffnendes und mit einem Schwimmer F verbundenes Ventil V. Wenn die im Behälter AB gesammelte Quantität Wasser beträchtlich zunimmt, so wird der Schwimmer F gehoben, hebt das Ventil V, und das Wasser ergießt sich in eine Röhre, um dahin

geleitet zu werden, wo es von Neuem zur Speisung der Maschine benutzt wird. G ist die Kaltwasserpumpe, welche das Wasser in die Kaltwassercisterne hebt.

Diese Einrichtung zum Sparen des aus dem Speisungs- und Verdichtungsbehälter abfließenden Wassers ist in der Druckerei der Bank von Irrland angewendet und ein sehr großer Verlust an Wasser dadurch verhindert worden.

§. 70.

Es ist nothwendig, ein sicheres Mittel zu besitzen, um zu jeder Zeit die Spannung des Dampfes erfahren zu können, welcher in der Maschine angewendet wird. Für diesen Zweck wird eine gebogene Röhre mit Quecksilber in irgend einen Theil des Apparates eingesetzt, welcher mit dem Dampf in freier Verbindung steht, man setzt sie gewöhnlich in den Mantel des Dampfcylinders (§. 42) ein. A B C Fig. 44 sey eine solche Röhre. Der Druck des Dampfes preßt das Quecksilber im Schenkel A B nieder und im Schenkel B C empor. Hat das Quecksilber in beiden Schenkeln ein ganz gleiches Niveau, so muß der Druck des Dampfes demjenigen der Atmosphäre vollkommen gleich seyn, weil der Druck des Dampfes auf das Quecksilber im Schenkel A B dem atmosphärischen Druck auf das Quecksilber im Schenkel B C vollkommen das Gleichgewicht hält. Wenn indessen die Höhe des Queck-

silbers in BC mehr beträgt, als diejenige in BA, so ist der Druck des Dampfes stärker, als derjenige der Atmosphäre. Um wie viel ersterer stärker ist, kann auf die Weise gefunden werden, daß man die Differenz der Queckſilberhöhen in den Röhren BC und BA beobachtet und auf je zwei Zoll Höhendifferenz einen Druck von 1 Pfund gegen jeden Quadratzoll rechnet *).

Sollte dagegen das Queckſilber in BC tiefer ſtehen, als in AB, ſo iſt der atmoſphäriſche Druck ſtärker, als derjenige des Dampfes und die Differenz oder der Mehrbetrag läßt ſich ganz auf dieſelbe Weiſe ausmitteln.

Bedient man ſich dazu einer gläſernen Röhre, ſo iſt die Höhendifferenz des Queckſilbers ſichtbar; aber meiſtentheils nimmt man dazu eine eiſerne Röhre und bedient ſich, um die Höhe des Queckſilbers zu erfahren, eines zarten hölzernen Stäbchens, mit einem Schwimmer in dem offenen Ende des Schenkels BC, ſo daß die innerhalb der Röhre befindliche Portion des Stäbchens die Entfernung des Queckſilbers von der Mündung der Röhre anzeigt. Man kann auch dem Schenkel AB eine Kugel, oder ein Queckſilbergefäß wie beim gewöhn-

---

*) Genau genommen beträgt 1 Zoll engl. Höhendifferenz 0,49 Pfund engl. Druck auf den Quadratzoll engl. oder 0,387 Pfd. auf den Kreiszoll (Kreiszoll iſt nämlich ein Kreis von 1 Zoll Durchmeſſer).

lichen Barometer substituiren. Dieses Instrument heißt die Dampfprobe, oder das Queckſilbervisir.

Bedient man sich der Dampfprobe, um die Spannung des auf dem Kolben drückenden Dampfes zu messen, so muß sie sich mit dem Dampfcylinder auf derselben Seite des Drosselventiles (welches durch den Moderator seine Steuerung erhält) befinden; denn wäre sie mit dem Kessel auf einerlei Seite des Drosselventiles, so würde sie nicht afficirt werden von den Veränderungen, welche der Dampf, während er durchs Drosselventil streicht, erfahren kann, wenn dasselbe durch den Moderator (§. 61) partiell geschlossen wird.

§. 70*.

Um den Druck des Dampfes im Cylinder der Maschine während der verschiedenen Momente der Zeit eines Kolbenhubes zu bestimmen, kann wegen der allzugroßen Schwankungen im Barometer nicht wohl gebraucht werden, und man wendet zu diesem Behufe ein (zuerst von Watt gebrauchtes, von Field verbessertes) Instrument an, Indicator genannt, das den jedesmaligen Druck des Dampfes durch das Spiel eines Kolbens in einem kleinen Cylinder anzeigt. Diese Vorrichtung ist in den Fig. 45b und 45c dargestellt. C ist ein Cylinder, etwa $1^1/_2$ Zoll weit und 8 Zoll lang, möglichst genau ausgebohrt, und mit einem eingeschlif-

fenen massiven Kolben F versehen, der mit Hülfe von Oel leicht und genau schließend auf- und niedergeht; zu welchem Behufe auch der obere Theil des kleinen Cylinders-schaalenförmig erweitert, und mit Oel gefüllt erhalten werden kann. Der Boden des Cylinders ist mit einem Hahne B versehen, der in den Deckel des Cylinders A eingeschraubt ist. Ein Ständer D, welcher einen Rahmen EE trägt, ist an den Cylinder mittelst Schrauben befestigt, wie die Fig. 45 c zeigt. Durch den Träger H geht die Kolbenstange, die 5/8 Zoll im Durchmesser hat und 16 Zoll lang ist, zu ihrer Leitung; dieser Träger mit der Leitung befindet sich 6 Zoll über dem Rande des Cylinders. Der Rahmen EE hat 14 Zoll Länge auf 7 Zoll Höhe, und in demselben ist in Nuthen der Schieber oder die Tafel K, welche 7 Zoll im Gevierte hat, hin und her beweglich, nach der einen Seite durch das Gewicht N, nach der andern durch die Schnur O, welche an einem entsprechenden Punkte der parallelen Bewegung des Balanciers befestigt ist. Geht dieser Arm des Balanciers oder der Kolben des Dampfcylinders in die Höhe, so zieht sich die Tafel K rechts, bei seinem Niederzuge aber, also bei'm Nachlassen der Schnur O zieht sie das Gewicht N links. Am obern Theile der Kolbenstange G befindet sich das mit der Stellschraube M befestigte Querstück L, welches ein Stückchen Bleistift enthält, das durch eine Feder an die Tafel K oder

an das auf dieselbe gespannte Papier angedrückt wird. Unten an den Kolben F und oben an die Leitung H ist endlich die Spiralfeder I befestigt. Sie ist im Stande der Ruhe etwa 7 Zoll lang, und von solcher Stärke, daß, wenn der Kolben mit 15 Pfund (engl.) auf jeden Quadratzoll seiner Fläche beladen wird, derselbe etwa bis auf 1 Zoll von dem Boden des Cylinders C niedergedrückt wird; auch soll die Feder sich um $1^1/_2$ Zoll zusammendrücken lassen.

Oeffnet man nun den Hahn B, so daß die Communication des Indicators mit dem Innern des Cylinders hergestellt ist, so wird der Kolben F steigen, wenn der Druck des Dampfes im Cylinder grösser ist, als jener der Atmosphäre, und in demselben sinken, wenn jener Druck geringer ist. Wenn daher der obere Dampfcanal des Cylinders sich öffnet, so wird der Indicator steigen, und sich in einer Höhe erhalten, die dem Drucke des Dampfes im Cylinder während des Niedergangs des Kolbens entspricht; im Augenblicke als der Condensationskanal sich öffnet, wird der Indicator fallen, und durch die Schnelligkeit und Größe dieses Sinkens den Stand der Condensirung anzeigen. Da nun während dieser Auf- und Niederbewegung des Kolbens F die Tafel sich horizontal hin- und herbewegt, so beschreibt der Stift auf dieser Tafel die Fig. P Q R S. Von dieser Figur wird P Q beschrieben, während des Niedergangs des Kol-

bens; bei Q tritt die Condensirung ein, der Indicator bewegt sich schnell nieder, um so mehr, je vollkommener die Condensirung ist, und beschreibt während des Aufganges des Kolbens die Linie RS; bei S findet die neue Zulassung des Dampfes statt, dessen Druck die Linie SP angiebt, der Kolben geht wieder nieder, indem er die Linie PQ beschreibt und so weiter findet die Absperrung des Dampfes statt, und diese tritt bei C ein, so erhält die Figur die mit den punktirten Linien angezeigte Form.

Die Fläche dieser Figur P Q R S ist dem Drucke des Dampfes während des Kolbenspieles proportional. Ist p die Anzahl Pfunde Belastung auf den Kreiszoll des Indicatorkolbens, wodurch dieser um d Zolle niedergedrückt wird, und m die Länge der Linie a b in Zollen auf der Figur gemessen, so ist $\frac{m}{d}\frac{p}{-} =$ dem Drucke des Dampfes in Pfunden auf den Kreiszoll an dem Punkte a des Niederganges des Kolbens. Wenn also, einem Versuche zufolge, 2 Pfunde auf den Kreiszoll des Indicatorkolbes diesen um einen Zoll niederdrückten, so ist $\frac{m}{d}\frac{p}{-} = 2\,m$, oder jeder Zoll des Indicators entspricht einem Drucke des Dampfes im Cylinder von 2 Pfund auf den Kreiszoll.

Theilt man den Weg, den die Tafel in ihrer horizontalen Bewegung durchläuft, in gleiche Theile, mißt aus jedem solchen Theilpunkre die senkrechte Entfernung zwischen den Linien PQ und RS und

dividirt die Summe dieser Entfernungen, weniger der halben Entfernung PS, durch die Anzahl der Theilungen, so erhält man die mittlere Entfernung zwischen den genannten Linien, und wenn diese Entfernung mit m bezeichnet wird, so ist $\frac{m}{d}\frac{p}{-} =$ dem mittlern Drucke des Dampfes auf den Kolben während eines Auf- und Niederganges desselben im Cylinder. Vermittelst dieses Instruments kann also der Gang der Maschine durch die Wirkung des Dampfes im Cylinder in jedem Zeitpunkte des Hubes, die Wirkung der Condensation und das richtige Spiel der Ventile beobachtet, und mit dem Nutzeffect verglichen werden *).

§. 71.

Die Kraft, mit welcher der Kolben gepreßt wird, hängt von zwei Dingen ab:

1) Von der Spannung des Dampfes, welcher auf den Kolben drückt;
2) und von der Spannung des Dampfes oder Dunstes, welcher dem Kolben Widerstand leistet.

Obschon der leere Raum, welcher durch abgesonderte Verdichtung hergestellt wird, jetzt weit vollkommener ist, als in den atmosphärischen Maschinen, so hat man dennoch gefunden, daß aus

---

*) Prechtl's technologische Encycl. Bd. III. S. 656.

dem warmen Wasser auf den Boden des Condensators ein Dunst von geringem Grade der Elasticität emporsteigt, ehe dieses Wasser von der Luftpumpe ausgezogen werden kann. Der eine dieser Drucke wird durch die bereits beschriebene Dampfprobe, oder durch den Indicator angezeigt; ehe wir aber die Kraft, mit welcher der Kolben niedergetrieben wird, zu bestimmen vermögen, müssen wir die Kraft des rückständigen unverdichteten Dunstes, welcher dem Kolben Widerstand leistet, messen. Eine andere Probe, die sogenannte Barometerprobe, wird für diesen Zweck angewendet. Eine gläserne Röhre AB Fig. 45 über 30 Zoll engl. lang und an beiden Enden offen, wird in senkrechter Stellung mit dem untern Ende B in ein Gefäß mit Queckſilber C eingetaucht. An das obere Ende ist eine Metallröhre befestigt, die mit dem Condensator in Verbindung steht, in welchem beständig ein leerer Raum, oder vielmehr ein sehr hoher Grad der Verdünnung unterhalten wird. Derselbe leere Raum muß deßhalb in der Röhre AB über dem Queckſilber vorhanden seyn, und der atmosphärische Druck auf die Oberfläche des Queckſilbers in dem Gefäß C treibt das Queckſilber in der Röhre AB empor, bis die in derselben emporgestiegene Säule gleich ist der Differenz zwischen dem atmosphärischen Druck und dem Drucke des nicht verdichteten Dampfes (§. 6). Die Differenz zwischen der Queckſilbersäule, welche in die-

sem Instrument und im gewöhnlichen Barometer getragen wird, bestimmt die Spannung des unverdichteten Dampfes *), indem man auf je zwei Zoll Queckſilber-Differenz der beiden Säulen (§. 6) eine Kraft rechnet, welche 1 Pfund auf dem Quadratzoll proportional iſt. Bei einer Maſchine von guter Conſtruction, die ſich in guter Ordnung befindet, findet ſehr geringe Differenz zwiſchen der Queckſilberhöhe in der Barometerprobe und im gewöhnlichen Barometer ſtatt.

Um die Kraft zu berechnen, mit welcher der Kolben niedergedrückt wird, bedarf es ſonach eines ſehr einfachen arithmetiſchen Verfahrens. Zuerſt erforſche man die Differenz der Queckſilberhöhen in der Dampfprobe (Queckſilbervifir). Dadurch erfährt man den Mehrbetrag des Dampfdruckes im Vergleich zum atmoſphäriſchen. Alsdann beobachte man die Queckſilberhöhe in der Barometerprobe, wodurch man den Mehrbetrag des atmoſphäriſchen Druckes über denjenigen des unverdichteten Dampfes erfährt. Addirt man dieſe beiden Höhen zuſammen, ſo erhält man den Mehrbetrag der Triebkraft des Dampfes aus dem Keſſel auf die eine Seite des Kolbens über den Widerſtand des unverdichteten Dampfes auf der andern Seite. Daraus ergiebt ſich die effective Triebkraft. Nimmt man nun 1 Pfund Druck gegen jeden Quadratzoll für je zwei Zoll

---

*) Siehe die Anmerkung §. 70.

Queckſilberhöhe der beiden eben erwähnten Säulen, ſo weiß man, mit wie viel Pfunden die Triebkraft auf jeden Quadratzoll des Kolbens drückt. Hat man den Quadratinhalt des Kolbendurchſchnittes in Zollen gefunden (§. 32, die Anmerk.) und mit der Zahl der Pfunde auf jeden Quadratzoll multiplicirt, ſo weiß man die ganze effective Kraft, mit welcher ſich der Kolben bewegt.

Bei Berechnung der Kraft der Maſchine kann man indeſſen das auf dieſe Weiſe gefundene Reſultat nicht ganz als den Nutzeffect annehmen; denn es erheiſcht Kraft und keinesweges einen unbeträchtlichen Theil, um die Maſchine in Bewegung zu ſetzen, ſelbſt wenn ſie unbelaſtet iſt. Es muß folglich alle Kraft, welche auf Ueberwindung der Reibung u. ſ. w. verwendet wird, erſt in Abzug gebracht werden, ſo daß nur der Reſt als eigentlicher Nutzeffect erſcheint.

Aus dem eben Entwickelten erhellt, daß, um die effective Kraft auszumitteln, mit welcher der Kolben in Thätigkeit geſetzt wird, man die Barometer- und die Dampfprobe zu Hülfe nehmen müſſe. Dieſer doppelten Berechnung kann man überhoben ſeyn, wenn man ein einziges Inſtrument für beide Zwecke benutzt. Wenn z. B. das Ende C der Dampfprobe Fig. 44, ſtatt mit der Atmoſphäre zu communiciren, in den Condenſator geleitet würde, ſo würde der Druck des Dampfes auf das Queckſilber in der Röhre BA und der

Druck des unverdichteten Dunstes, welcher dem Kolben Widerstand leistet, auf das Queckſilber in der Röhre B C wirken. Die Differenz der Queckſilberhöhen in den beiden Schenkeln würde folglich mit einemmal die Differenz zwiſchen der Kraft des Dampfes und des unverdichteten Dunſtes anzeigen, und man hätte ſomit die effective Kraft, mit welcher der Kolben auf- und niedergetrieben wird.

§. 71*.

Um den Keſſel vor nachtheiligen Zufällen zu bewahren, welche ein Dampf von zu großer Spannung herbeiführen könnte, wendet man ein Sicherungsventil an, ähnlich denen, wie ſie ſchon Papin an ſeiner Dampfmaſchine angebracht hatte, und belaſtet es mit einem Gewichte, welches dem Drucke gleichkommt, den der Dampf über den atmoſphäriſchen Druck hinaus ausüben ſoll; denn man hat es, ſelbſt bei ſolchen Dampfmaſchinen, welche den Dampf verdichten, zweckmäßig gefunden, Dampf von einem etwas ſtärkern, als dem atmoſphäriſchen Druck anzuwenden. Außer dieſem Ventile wird manchmal ein anderes von ganz entgegengeſetzter Art angewendet. Wenn die Maſchine außer Thätigkeit geſetzt und das Feuer ausgelöſcht wird, ſo verdichtet ſich, wie die Erfahrung gelehrt hat, der im Keſſel befindliche Dampf und erzeugt einen leeren Raum, ſo daß die auf die äußere Oberfläche des Keſſels einwirkende Atmoſphäre denſelben zuſam-

menzudrücken strebt. Um dieses zu verhüten, hat man ein Sicherungsventil angebracht, welches nach innen sich öffnet und durch den atmosphärischen Druck geöffnet wird, wenn inwendig ein leerer Raum entsteht, so daß die einströmende Luft zwischen dem innern und äußern Druck das Gleichgewicht herstellt.

§. 72.

Es ist bereits erklärt worden, auf welche Weise der Moderator den Zufluß des Dampfes aus dem Kessel nach dem Cylinder regulirt, ein Verhältniß zwischen der Quantität der Arbeit und des dazu nöthigen Dampfes herstellt und dadurch eine gleichförmige Bewegung unterhält. Da nun die Dampfconsumtion in der Maschine bei verschiedenen Arbeitsquantitäten, welche sie zu verrichten hat, veränderlich ist, so leuchtet es ein, daß die Dampferzeugung im Kessel auf eine der Dampfconsumtion proportionale Weise veränderlich seyn müsse; denn sonst findet eins von beiden statt: der Kessel wird entweder die Maschine nicht hinlänglich mit Dampf versorgen, oder der Dampf häuft sich im Kessel an, weil er in zu großer Menge erzeugt wird, entweicht durch das Sicherungsventil und geht so ungenutzt verloren. Um die Dampferzeugung für den Bedarf der Maschine angemessen zu machen, muß man den Ofen stärker, oder schwächer heitzen, je nachdem eine größere,

oder geringere Quantität Dampf erzeugt werden soll. Dieses aber durch Aufmerksamkeit von Seiten des Maschinenwärters bewirken zu wollen, würde unmöglich seyn; man hat deßhalb äußerst sinnreich ein Mittel ausgedacht, den Kessel in diesen Hinsichten seine Regulirung selbst besorgen zu lassen. T Fig. 46 sey eine in den Deckel des Kessels eingesetzte Röhre und reiche beinahe bis auf den Boden des Kessels hinab. Der Druck des Dampfes auf die Oberfläche des Wassers im Kessel treibt Wasser in die Röhre T empor, bis die Differenz der Wasserhöhen im Kessel und in der Röhre gleich ist der Differenz des Dampfdruckes im Kessel und des atmosphärischen Druckes. Ein Gewicht F, halb eingetaucht im Wasser in der Röhre, hängt an einer Kette, welche über die Räder P P geschlagen ist, und von der Metallplatte D ebenso wie der Schwimmer in Fig. 38 durchs Gewicht A, im Gleichgewicht erhalten wird.

Die Platte D durchsetzt die Mündung des Zuges E an der Stelle, wo er den Kesselheerd verläßt, so daß, wenn die Platte D niedergeht, sie diesen Canal verschließt und dadurch den Luftzug durch den Ofen aufhebt, das Feuer dämpft und die Dampferzeugung vermindert. Wird dagegen die Platte D gehoben, so wird der Zug stärker, das Feuer unter dem Kessel lebhafter und die Dampferzeugung im Kessel erhöht.

Angenommen nun, der Kessel erzeuge schneller

Dampf, als die Maschine denselben consumirt, entweder, weil die Belastung der Maschine geringer geworden ist und deßhalb die Dampfconsumtion verhältnißmäßig abgenommen hat, oder weil das Feuer eine zu lebhafte Verbrennung unterhalten hat; so ist die Folge davon, daß der Dampf, der sich anzuhäufen beginnt, mit größerer Kraft auf die Oberfläche des Wassers im Kessel drückt, und daß das Wasser in der Röhre T emporsteigt. Das Gewicht F wird deßhalb gehoben, die Platte D geht nieder, verschließt den Zug, dämpft das Feuer und vermindert die Dampferzeugung; und dieses dauert so fort, bis die Dampferzeugung genau dem Bedarf der Maschine entspricht.

Wenn dagegen die Dampferzeugung für den Bedarf der Maschine nicht ausreichend ist, entweder, weil die Belastung größer geworden ist, oder weil bei dem schwachen Feuer der Dampf im Kessel seine Spannung verliert, so steigt die Oberfläche des Wassers, indem sie keinen hinlänglichen Druck erfährt, um ihren gewöhnlichen Stand zu behalten. Das Niveau in der Röhre D fällt deßhalb, das Gewicht F geht nieder, und die Platte D wird gehoben. Dadurch wird der Zug verstärkt und die Verbrennung unter dem Kessel lebendiger. Folge davon ist eine raschere Dampferzeugung bis zu dem Grade, wo der erzeugte Dampf dem Bedarf der Maschine entspricht. Dieser Apparat heißt der **selbstthätige Dämpfer.**

§. 73.

Es ist der Vorschlag gemacht worden, diesen Dämpfer mit dem vom Baron von Edelcrantz erfundenen Sicherungsventile zu verbinden. Ein kleiner messingener Cylinder wird in den Kessel gesetzt, und in demselben bewegt sich ohne viele Reibung, wie auch ziemlich dampfdicht ein Embolus oder Kolben. Der Cylinder ist oben mit einer Kappe versehen, so daß die Kolbenstange durch eine Oeffnung in derselben sich auf- und niederbewegen kann. Bei dieser Einrichtung kann der Kolben durch den Dampf nicht aus dem Cylinder geblasen werden. Die Wandung das Cylinders ist mit kleinen Löchern durchbohrt, welche sich in die freie Luft öffnen und in kleinen Entfernungen über einander stehen. Angenommen nun, der Kolben werde mit einem Gewichte belastet, welches dem Drucke des zu erzeugenden Dampfes proportional ist; so wird der Kolben gehoben werden und der Dampf durch die erste Oeffnung in der Wandung des Cylinders entweichen, sobald er den gehörigen Grad der Spannung erlangt hat. Wenn die Dampferzeugung nicht zu rasch erfolgt, und der Druck des Dampfes nicht zunimmt, so wird der Kolben in dieser Stellung bleiben; nimmt aber der Druck zu, so steigt der Kolben über die zweite Oeffnung u. s. w., bis so viel Dampf aus den Oeffnungen entwichen ist, daß das Gewicht des Kolbens für den Dampf ein Gegengewicht bildet.

Dieses Sicherungsventil eignet sich besonders gut für Fälle, in welchen Dampf von ganz gleichförmiger Spannung erheischt wird, denn der Druck des Dampfes muß nothwendig immer der Belastung des Kolbens gleich seyn. Angenommen z. B. der Durchschnitt des Kolbens betrage einen Quadratzoll, so muß der Dampf, welcher den Kolben in irgend einer Stellung im Cylinder, sowohl im untern, als im obern Theile desselben tragen soll, wenn er mit Einschluß seines eigenen Gewichtes eine Belastung von 10 Pfund hat, immer eine solche Spannung besitzen, daß er einen Druck von 10 Pfund auf jeden Quadratzoll äußert. In dieser Hinsicht besitzt dieses Sicherungsventil eine ähnliche Eigenschaft, wie, was bereits erklärt worden ist, der Moderator, und macht den Druck des Dampfes ganz auf dieselbe Weise gleichförmig, wie der Moderator die Schnelligkeit der Maschine gleichförmig macht.

§. 74.

Die Ersparniß an Brennmaterial hängt zum großen Theile, abgesehen von den Wirkungen der oben beschriebenen Einrichtungen, von der Construction des Ofens ab.

Der Rost oder der Feuerraum eines gewöhnlichen Ofens liegt unter dem Kessel, und die durch das flammende Brennmaterial streichende Luft führt hinlängliches Sauerstoffgas zu, um eine große

Flamme zu ernähren, welche durch den Zug in einen Hitzkanal fortgerissen wird, der zwei- oder mehrmals um den Kessel läuft, sich in unmittelbarer Berührung mit demselben befindet und endlich in den Schornstein übergeht. Durch diesen Hitzkanal verbreitet sich die Gluth, so daß sie auf jeden Theil des Kessels wirkt, welchen der Heizkanal umgiebt; und erst, wenn sie in den Schornstein übergeht, ja häufig erst, wenn sie den Schlot verläßt, hört sie auf als Flamme sichtbar zu seyn.

Der dicke schwarze Rauch, den man auf dem Schornsteine der Oefen zum Vorschein kommen sieht, enthält eine Quantität nicht consumirtes Brennmaterial und kann deßhalb als eben so viel unbenutzt verlornes Brennmaterial betrachtet werden. Außerdem hat die Erfahrung gelehrt, daß in großen Manufakturstädten, wo eine große Zahl von Oefen angewendet werden, die Quantität eines solchen durch die Atmosphäre verbreiteten Rauches auf die Gesundheit nachtheilig und für das Wohlbefinden der Bewohner verderblich wirkt.

Diese Umstände haben die Aufmerksamkeit der Maschinenbauer auf die Entdeckung von Mitteln gerichtet, durch welche dieser Rauch oder unbenutztes Brennmaterial für den Zweck der Maschine selbst, oder wozu sonst der Ofen dienen soll, consumirt werden kann. Das gewöhnlichste Mittel zur Erreichung dieses Zweckes besteht darin, eine solche Anordnung zu treffen, daß das Brennmaterial in

einem Zustande lebhafter Verbrennung, wo es folglich keinen Rauch ausgiebt, auf demjenigen Theile des Rostes sich immer befindet, welcher dem Anfange des Heizkanales am nächsten liegt (und welchen wir den hintern Theil des Ofens nennen wollen). So muß der Rauch, welcher sich aus dem noch nicht in vollkommene Verbrennung übergegangenen Heizmateriale, was mehr auf dem vordern Theile des Rostes liegt, entbindet, über die Oberfläche des glühenden Brennstoffes streichen, bevor er in den Heizkanal gelangt, dadurch entzündet werden und im Zustande der Flamme in den Heizkanal sich begeben. Eine Oeffnung, das sogenannte Heizloch, führt auf den vordern Theil des Rostes, und sowohl dieser Eingang, als der Rost selbst, sind in der Regel in einem kleinen Winkel gegen den Horizont geneigt, um das Vorwärtsrücken des Brennmateriales, je nach dem Fortschritte der Verbrennung, zu erleichtern.

Wird frisches Brennmaterial zur Heitzung des Kessels eingetragen, so legt man es bloß ins Heitzloch. Hier wirkt ein Theil der Wärme des brennenden Heitzmateriales auf dem Roste auf dasselbe ein, und wenn man mit Steinkohlen heitzt, so beginnt hier einigermaßen der Proceß des Entschwefelns. Die Thür des Heitzloches ist mit kleinen Oeffnungen für den Zutritt der Luft versehen, durch welche der Rauch, welcher sich aus dem frisch eingetragenen Brennmaterial entbindet, über das

flammende Brennmaterial auf dem Roste geführt wird, so daß sich dieser Rauch entzündet, zur Flamme wird, in diesem Zustande in den Heitzkanal übertritt und um den Kessel herum circulirt. Soll nachgefeuert werden, so wird die Thür des Heitzloches geöffnet und das früher in dasselbe gelegte und zum Theil abgeschwefelte Brennmaterial auf den vordern Theil des Rostes geschoben. Da seine Verbrennung anfangs noch unvollständig ist, aber rasch fortschreitet, so entbindet sich aus demselben ein dicker schwarzer Rauch. Der Luftstrom, welcher in das offene Heitzloch eindringt, führt diesen Rauch über das in lebhafter Verbrennung auf dem hintern Theile des Rostes befindliche Heitzmaterial, wodurch der Rauch entzündet wird und als Flamme in den Heitzkanal übertritt. Wenn abermals nachgefeuert werden muß, so wird sich jeder Theil dieses Brennmateriales in einem Zustande lebhafter Verbrennung befinden, und man schiebt es nun auf den hintern Theil des Rostes an den Heitzkanal, ehe man frisches Brennmaterial in das Heitzloch einträgt.

Die Oeffnungen in der Thür des Heitzloches lassen sich durch Schieber verschließen, so daß die Quantität der durch diese Oeffnungen in den Ofen tretenden Luft von denjenigen regulirt werden kann, welche den Ofen beschicken. Die Wirkung dieser Oefen hängt großentheils davon ab, daß immer die richtige Quantität Luft in den Ofen einströmt;

denn strömt weniger ein, als zur Unterhaltung der Verbrennung des Heitzmateriales erforderlich ist, so bleibt ein Theil des Rauches unverbrannt; und streicht mehr Luft ein, als gerade zur Unterhaltung der Verbrennung nöthig ist, so hebt sie durch Abkühlung des Kessels einen Theil der Wirkungen des Brennmateriales auf. Bei genauer Betrachtung des so eben beschriebenen Processes, wird man die gänzliche Unmöglichkeit leicht begreifen, in einem solchen Ofen den Luftzug genau so zu reguliren, daß einmal weder zu viel, noch ein andermal zu wenig einstreicht. Wenn die Thür des Heitzloches geöffnet ist, um frisches Heitzmaterial einzutragen und das im Heitzloche liegende auf den Rost zu schieben, so ist man gar nicht im Stande, den Luftzug zu controliren; und selbst in den Fällen, wo die Thür des Heitzloches verschlossen ist, kann man sich nicht auf die Pünktlichkeit und Aufmerksamkeit des Einheitzers verlassen. Die Folge davon ist, daß die Eigenthümer von Dampfmaschinen bei diesen Mängeln statt Brennmaterial zu ersparen, so enorme Kosten bei diesen Oefen hatten, daß sie allgemein genöthigt waren, dieselben abzuschaffen.

§. 75.

Hr. Brunton zu Birmingham richtete seine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand und hat einen Ofen hergestellt, welcher von den eben erwähnten Mängeln frei zu seyn scheint. Die Vor-

theile seiner Erfindung giebt er selbst folgendermaßen an:

„Ich lege zuerst Steinkohlen in kleinen Quantitäten und in sehr kurzen Zwischenräumen, z. B. immer nach zwei oder drei Secunden auf den Rost; sodann lege ich die Steinkohlen so auf den Rost, daß der entbundene Rauch über denjenigen Theil des Rostes ziehen muß, auf welchen die Steinkohlen in völliger Verbrennung begriffen sind, und daß er hierdurch consumirt wird; und da endlich das Eintragen der Steinkohlen in kurzen Zwischenräumen gleichförmig erfolgt, so ist der Zutritt der Luft auch gleichförmig und nimmt die Aufmerksamkeit eines Heitzers nicht in Anspruch.

„Die Ersparniß anlangend, wird

1) Die Steinkohle auf den Rost abgesetzt durch einen Apparat, den die Maschine treibt, und von einer solchen Einrichtung, daß die Steinkohlenquantität der Quantität-Arbeit, welche die Maschine zu verrichten hat, angemessen ist; und die Quantität der eintretenden Luft, um den Rauch zu consumiren, wird auf dieselbe Weise regulirt.

2) Die Thür des Heitzloches wird nie geöffnet, außer um die Zwischenräume der Roststangen zu reinigen; der Kessel wird folglich nicht der fortwährend unregelmäßigen Temperatur ausgesetzt, welche bei den gewöhnlichen Oefen unvermeidlich und, wie die Erfahrung gelehrt hat, von äußerst nachtheiligem Einfluß auf den Kessel ist.

3) Die einzige nöthige Aufmerksamkeit beschränkt sich darauf, den Steinkohlenrumpf alle zwei oder drei Stunden zu füllen, und die Räume zwischen den Roststangen zu reinigen, wenn es sich nöthig macht.

4) Die Steinkohlen werden vollständiger consumirt, als im gewöhnlichen Ofen, indem die ganze Wirkung des sogenannten Anschürens (wobei zugleich auch eine beträchtliche Quantität Steinkohlen durch die Roststangen ins Aschenloch fallen) erlangt wird, ohne daß man die Steinkohlen auf dem Roste zu bewegen braucht."

Der Feuerraum ist ein kreisförmiger Rost auf einer stehenden Welle in horizontaler Lage angebracht. Er kann durch die stehende Welle mittelst Räderwerk, welches durch die Maschine getrieben wird, in Umdrehung versetzt werden. Man kann auch diese Welle durch ein Wasserrad in Bewegung setzen, auf welches sich Wasser aus einem Behälter ergießt, der durch die Kraft der Maschine gespeißt wird. Indem man die Quantität des auf das Rad sich ergießenden Wassers regulirt, kann man bewirken, daß der Rost mit größerer oder geringerer Schnelligkeit sich umdreht. In demjenigen Theile des Kessels, welcher sich über dem Roste befindet, ist eine Oeffnung angebracht, und in dieselbe eine Art von Rumpf gesetzt, aus welchem das Brennmaterial auf den Rost gelangt und zwar für jede Minute gerade in der erforderlichen Quantität.

Auch der Apparat, welcher die Steinkohlen in diesen Rumpf einträgt, erhält seine Steuerung durch die Maschine und wird durch dieselben Mittel, wie auch der Rost in Umdrehung gesetzt, so daß der Rost mit einer Schnelligkeit umläuft, die der Schnelligkeit proportional ist, mit welcher das Brennmaterial durch den Rumpf auf den Rost gelangt. Vermöge dieser sinnreichen Anordnung fällt das Brennmaterial gleich dick auf den Rost.

Die Quantität des Wassers, die auf das Rad fällt, welches den Rost und die Maschinerie im Rumpfe in Bewegung versetzt, wird durch einen mit dem sich selbst regulirenden Dämpfer in Verbindung stehenden Hahn regulirt, so daß bei einer zu schnellen Dampferzeugung der Zufluß des Wassers abnimmt. Dadurch nimmt auch die Quantität des dem Roste zugeführten Brennmateriales ab und die Umgänge des Rostes verlieren an Schnelligkeit. Geht dagegen die Dampferzeugung für den Bedarf der Maschine zu langsam von Statten, so treten die entgegengesetzten Wirkungen ein. Auf diese Weise steht das Brennmaterial, mit welchem der Ofen beschickt wird, genau im Verhältnisse zur Arbeit, welche die Maschine zu verrichten hat. Der Rumpf kann so geräumig seyn, daß er den Kohlenbedarf von 24 Stunden aufzunehmen vermag, damit der Ofen weiter keine Beschickung verlangt, als den Rumpf jeden Morgen mit Steinkohlen zu füllen.

Die Steinkohlen fallen aus dem Rumpf auf denjenigen Theil des Rostes, welcher vom Heitzkanale am entferntesten ist, und da immer nur eine kleine Quantität auf einmal hinabfällt, so gerathen sie fast augenblicklich ins Brennen. Bevor jedoch die Verbrennung vollständig ist, entsteht ein Rauch, welcher über das in lebhafter Verbrennung befindliche Heitzmaterial nach dem Heitzkanale zieht und dadurch entzündet wird. Luft tritt durch entsprechende Oeffnungen zu, und die Quantität derselben wird durch den Dämpfer auf dieselbe Weise, wie die Beschickung des Ofens mit Brennmaterial regulirt.

Der Vorzug, welchen diese treffliche Erfindung vor den gewöhnlichen rauchverzehrenden Oefen behauptet, ist sehr auffallend. Das Princip der Selbstadjustirung in Bezug auf den Bedarf an Steinkohlen und atmosphärischer Luft, so daß diese der Quantität der von der Maschine zu verrichtenden Arbeit proportional sind, und zwar nicht allein ohne menschliche Arbeit, sondern auch mit einem größern Grade von Genauigkeit, als menschliche Geschicklichkeit, oder Aufmerksamkeit zu erreichen im Stande ist, hat eine große Ersparniß an Aufwand für Brennmaterial und Arbeit zur Folge.

Hr. Partington sagt, daß der Effect des sich selbst regulirenden Ofens im Vergleiche zum gewöhnlichen Ofen durch directe Versuche zu Old Union Mill, Birmingham und in der Brennerei

der HH. Liptrap und Smith, Whitechapel, London ausgemittelt worden sey. Die Resultate dieser Versuche waren folgende:

Zu Old Union Mill Versuch von 9 Tagen.

Der gewöhnliche Ofen consumirte 465 Cntr.
Der sich selbst regulirende Ofen
consumirte . . . . . 290 —

Ersparniß ..... 175 Cntr.

In der Brennerei zu Whitechapel Versuch von 18 Tagen.

Der gewöhnliche Ofen consumirte 284 Cntr.
Der sich selbst regulirende Ofen
consumirte . . . . . 194 —

Ersparniß ..... 90 Cntr.

Aus diesem ergiebt sich, daß die Ersparniß im ersten Fall an 37 Procent, und im zweiten nur um ein Geringes weniger beträgt.

§. 76.

Hr. Oldham, Maschinenbaumeister an der Bank von Irland, hat eine andere Modification des sich selbst regulirenden Ofens in Vorschlag gebracht, welche mehrere Vortheile zu versprechen scheint und großen Scharfsinn beurkundet.

Er wendet einen schwach geneigten Rost an, an dessen hinterer Seite, oder tieferem Theile der Heizkanal beginnt; der Rumpf für die Steinkohlen

befindet sich an der Vorderseite, oder am höhern Ende des Rostes.

Am unteren, oder engern Theile des Rumpfes ist eine bewegliche Klappe angebracht, deren Steuerung die Maschine besorgt. Wird diese Klappe geöffnet, so sinkt eine kleine Quantität Brennmaterial auf einen festen Sims unter der Klappe; und sinkt letztere in ihr Lager zurück, so wird dieses Brennmaterial vorwärts auf den Rost gestoßen. Eine Roststange um die andere ist befestigt, aber die zwischenliegenden stehen mit Hebeln in Verbindung, durch welche sie abwechselnd auf- und niederbewegt werden *). Die Folge davon ist, daß die Steinkohlen auf den Roststäben beständig aufgelockert werden und vermöge ihres eigenen Gewichtes von der vordern Seite des Rostes, wohin sie aus dem Rumpfe fallen, allmählig gegen die hintere Seite sich fortbewegen, bis sie endlich in den Aschenstall gelangen. Bei der Gestalt und Ein-

---

*) Hr. Brunton wendete bewegliche Roststäbe in einem Ofen an, den er erbaut hatte, ehe er sich des horizontalen umlaufenden Rostes (Drehrostes) bediente. Diese Einrichtung scheint indessen nicht den guten Erfolg wie die letztere gewährt zu haben, weil er sie wieder aufgegeben hat. Hr. Oldham versichert, daß sein Ofen während dreijähriger Benutzung nicht die geringste Unordnung im Mechanismus habe bemerken lassen, und daß die Ersparniß an Brennmaterial beträchtlich gewesen sey.

richtung der Roststäbe muß die Luft zwischen denselben aufwärts durchstreichen, so daß sie nach Hrn. Oldham's Versicherung auf das flammende Brennmaterial wie ein Löthrohr wirkt und die ganze Oberfläche des Feuers eine einzige Flammenmasse bildet.

Diese herrlichen und netten Erfindungen, durch welche die Maschine in den Stand gesetzt wird, sich selbst zu reguliren und für ihre eigenen Bedürfnisse zu sorgen, müssen in der That Erstaunen und Bewunderung erregen. Es fehlt der Maschine eigentlich nichts, als das Leben. Viel früher, als noch die Dampfmaschine die Vollkommenheit erreicht hatte, die sie gegenwärtig besitzt, bemerkte schon Belidor, daß sie große Aehnlichkeit mit einem Thiere besitze, und daß kein Werk des Menschen dem wirklichen Leben sich jemals so sehr genähert habe. Wärme ist das Princip ihrer Existenz. Der Kessel spielt die Rolle des Herzens, denn aus ihm strömt das belebende Fluidum reichlich durch alle Röhren, aus welchen es, wenn es die verschiedenen Functionen des Lebens verrichtet und seine Wärme an den gehörigen Orten abgesetzt hat, wieder zur Quelle zurückkehrt, aus welcher es entsprang, um die gehörige Vorbereitung für eine andere Circulation zu erhalten. Die gesunde Beschaffenheit seiner Thätigkeit wird angezeigt durch die Regelmäßigkeit seiner Pulsschläge. Die Maschine verschafft sich durch eigene Arbeit ihre Nahrung;

sie wählt diejenigen Theile, welche zu ihrer Erhaltung, sowohl der Quantität, als der Qualität nach tauglich sind, und hat ihre natürlichen Ausleerungen, durch welche alle nutzlose und unnahrhafte Theile ausgeführt werden. Sie heilt häufig ihre eigenen Krankheiten und verbessert die Unregelmäßigkeit ihrer eigenen Thätigkeiten, so daß sie gewissermaßen physische und moralische Fähigkeiten in Thätigkeit setzt.

Ohne die Analogie weiter fortsetzen zu wollen, theilen wir noch einige einzelne Umstände mit, auf welche sie sich höchst interessant ausdehnen ließe.

„Wir müssen bemerken, sagt Hr. Farey, indem er von den Verschiedenheiten der Arbeit spricht, die von verschiedenen Dampfmaschinen verrichtet wird, daß die Verschiedenheit in der Leistung verschiedener Dampfmaschinen, die nach demselben Principe erbaut worden sind und mit denselben Vortheilen arbeiten, gerade so beschaffen ist, wie das Erzeugniß der Arbeit eben so vieler verschiedener Pferde, oder anderer Thiere, wenn man es mit ihrer Nahrungsconsumtion vergleicht; denn die Leistungen verschiedener Dampfmaschinen sind in Folge kleiner Differenzen im Verhältniß ihrer Theile eben so verschieden, als die Stärke der Thiere in Folge der Kräftigkeit ihrer Constitutionen; und es wird sogar eine eben so große Differenz in der Leistung derselben Maschine bestehen, wenn sie in guter und in schlechter Ordnung sich befindet, wenn

alle Theile dampfdicht schließen und gut in Oel gesetzt sind, so daß sie sich mit geringer Reibung bewegen, wie in der Arbeit eines Thieres, je nachdem es bei guter, oder schlechter Gesundheit sich befindet, oder in hohem Grade ermüdet ist. Aber in allen diesen Fällen wird es ein Maximum geben, welches nicht überschritten werden kann, und einen mittleren Betrag der Leistung, den wir zu erreichen hoffen dürfen."

Neuntes Capitel.

Dampfmaschinen mit doppeltem Cylinder. — Hornblower's Dampfmaschine. — Woolf's Dampfmaschine. — Cartwright's Dampfmaschine. — Rotirende Dampfmaschinen.

---

§. 77.

Die Ausdehnungsfähigkeit des Dampfes, welche Watt in seiner Dampfmaschine von einfacher Wirkung auf die Weise benutzte, daß er den Zufluß des Dampfes abschnitt, ehe der Niedergang des Kolbens vollendet war, ist auf eine ganz eigenthümliche Art von einem Maschinenbaumeister Namens Hornblower um das Jahr 1781 und spä-

ter von Woolf in Anwendung gebracht worden. Hornblower kam zuerst auf den Gedanken, eine Maschine mit zwei Cylindern von verschiedener Größe herzustellen, in welcher der Dampf ungehindert erst den kleineren Cylinder füllen, dann im Größern sich ausdehnen sollte, um auf diese Weise zwei Kolben niederzutreiben, wie sogleich näher beschrieben werden soll. Hornblower's Verdichtungs-Apparat, wie auch die anderen Anhänge der Dampfmaschine, sind von denen an Watt's Dampfmaschine nicht wesentlich verschieden, so daß es für unsern gegenwärtigen Zweck hinlänglich seyn wird, die Art und Weise zu erklären, wie der Dampf bei der Bewegung des Kolbens in Wirksamkeit tritt.

C Fig. 47 sey der Drehungspunkt des mit zwei Bogenstücken versehenen Maschinenbaumes; die Ketten der Kolbenstange legen sich über die Bogenstücke und die Entfernungen derselben vom Drehungspunkte C müssen mit der Länge der Dampf-Cylinder in gleichem Verhältnisse stehen, damit die auf- und niedergehende Bewegung des Maschinenbaumes dem Auf- und Niedersteigen beider Kolben entspreche. F sey das Dampfrohr des Kessels und G ein Ventil, durch dessen Oeffnung der Dampf über den kleinern Kolben gelangt. H ist eine Röhre, welche, wenn das Ventil I geöffnet wird, die Communication zwischen dem obern und dem untern Theile des kleinern Dampfcylinders B herstellt.

Die Röhre K stellt mittelst des Ventiles L die Communication zwischen dem Boden des kleinern Cylinders B und dem obern Theile des größern Cylinders A her. M ist eine Röhre, welche durch das Ventil N zwischen dem obern und untern Theile des größern Cylinders A die Communication herstellt; und die Röhre P stellt mittelst des Evacuationsventiles O die Verbindung mit dem Condensator her.

Angenommen, alle Ventile seyen, wenn die Maschine zu arbeiten beginnt, geöffnet, und der Dampf ströme durch die ganze Maschine, bis die Luft vollständig ausgetrieben worden ist, worauf alle Ventile geschlossen werden. Um die Maschine in Gang zu setzen, sollen alsdann das Evacuationsventil O und die Dampfventile F und L geöffnet bleiben, wie in Fig. 47. Der Dampf wird in reichlicher Menge aus dem Kessel sich erheben und auf den kleinern Kolben drücken. Zu gleicher Zeit wird der Dampf unter dem größern Kolben in den Condensator entweichen und im größern Cylinder einen leeren Raum erzeugen. Nachdem das Ventil L geöffnet worden, wird der Dampf unter dem Kolben im kleineren Cylinder durch K strömen und auf den größern Kolben drücken, der einen leeren Raum unter sich hat und folglich niedergehen wird. Zu Anfang der Bewegung erfährt der kleinere Kolben vom Dampfe unter demselben eben so viel Widerstand, als vom Dampfe über

demselben Druck ausgeübt wird. Nachdem aber der Kolben einen Theil seines Niederganges bewirkt hat, entweicht der Dampf unter dem kleinern Kolben in den größern Cylinder, erlangt ein größeres Volumen und verliert deßhalb verhältnißmäßig an elastischer Kraft. Da der Dampf über dem kleinern Kolben seine ganze Kraft behält, weil er in ungehinderter Verbindung durch das Ventil G mit dem Kessel steht, so wird der kleinere Kolben durch eine Kraft gepreßt, welche gleich ist dem Ueberschusse des Druckes dieses Dampfes über dem verminderten Druck des unter dem Kolben expandirten Dampfes. In dem Maaße, wie die Kolben niedergehen, nimmt der zwischen denselben befindliche Dampf beständig an Volumen zu und deßhalb der Druck desselben ab, woraus sich ergiebt, daß die Kraft, welche dem kleinern Kolben Widerstand entgegensetzt, ununterbrochen abnimmt, während diejenige, welche ihn niederpreßt, sich gleich bleibt, weßhalb die effective Kraft, die den Kolben treibt, ununterbrochen zunehmen muß.

Auf der andern Seite nimmt die Kraft, welche den größern Kolben treibt, beständig ab, weil unter demselben ein leerer Raum vorhanden ist, und der Dampf, welcher diesen Kolben treibt, beständig in ein größeres Volumen sich ausdehnt.

Wir wollen nun annehmen, die Dampfkolben seyen auf dem Boden der Cylinder, wie in Fig. 48 angelangt, die Ventile F, L und O verschlos-

sen und die Ventile I und N geöffnet, so kann kein Dampf aus dem Kessel einstreichen, weil F geschlossen ist, auch keiner in den Condensator treten, weil O geschlossen ist, und durch den Schluß des Ventiles L alle Verbindung zwischen den Cylindern abgesperrt ist. Oeffnet man das Ventil I, so entsteht eine freie Communication zwischen dem obern und untern Theile des kleinen Kolbens durch die Röhre H, so daß der Dampf, welcher auf den kleinern Kolben drückt, denselben Druck unter demselben ausübt, und der Kolben sich in einem Zustande der Indifferenz befindet. Wird das Ventil N geöffnet, so entsteht auf dieselbe Weise eine freie Communication zwischen dem obern und untern Theile des größern Kolbens, der Dampf circulirt über und unter dem Kolben und gestattet ihm, emporzusteigen. Ein an den Kolbenstangen befestigtes Gegengewicht zieht in diesem Falle den Kolben empor, wie bei Watt's Maschine von einfacher Wirkung. Und wenn der Kolben den obern Theil des Cylinders erreicht hat, so werden die Ventile I und N geschlossen, dagegen F, L und O geöffnet, und der nächste Niedergang der Kolben wird auf die bereits beschriebene Weise bewirkt; und so dauert das Spiel der Maschine fort.

Die Steuerung der Ventile wird auf ähnliche Weise, wie schon beschrieben worden, durch die Maschine selbst bewirkt. Durch Berechnung findet man, daß die Kraft dieser Maschine ziemlich eben

so groß, als diejenige einer ähnlichen Watt'schen Expansionsmaschine ist. Durch diese Modification des Principes scheint indessen kein entsprechender Vortheil gewonnen worden zu seyn, indem jetzt keine Maschinen von dieser Einrichtung erbaut werden.

§. 78.

Arthur Woolf führte im Jahr 1804 den Gebrauch von zwei Cylindern wieder ein, und nahm in diesem und dem folgenden Jahre Patente auf die Anwendung eines unter hoher Pressung erzeugten Dampfes für Dampfmaschinen mit doppeltem Cylinder. Die Specification dieses Patentes sagt, daß er durch Versuche bewiesen habe, daß Dampf, unter einem mit einer gegebenen Zahl von Pfunden für den Quadratzoll belasteten Sicherungsventil erzeugt, wenn man es gestattet, daß er sich um so vielmal dem Volumen nach ausdehnt, als der Druck in Pfunden auf den Quadratzoll beträgt, einen Druck hervorbringen müsse, welcher demjenigen der Atmosphäre gleich ist. Wenn z. B. das Sicherungsventil mit vier Pfund auf den Quadratzoll belastet wird, so wird der Dampf, nachdem er sich um das Vierfache seines Volumens ausgedehnt hat, noch einen Druck besitzen, welcher dem atmosphärischen gleichkommt. Wird das Sicherungsventil mit fünf, sechs, oder zehn Pfund auf den Quadratzoll belastet, so wird der Dampf einen

dem atmosphärischen gleichen Druck äußern, nachdem er sich um das Fünf=, Sechs=, oder Zehnfache seines Volumens ausgedehnt hat u. s. w. In diesem Fall ist indessen vorausgesetzt, daß das Gefäß, in welchem man dem Dampfe sich auszudehnen gestattet, dieselbe Temperatur besitzen müsse, wie der Dampf vor seiner Ausdehnung.

Woolf benutzt nun diese Eigenschaft, welche er entdeckt haben will, auf folgende Weise:

Er nimmt zwei Cylinder, einen grösern A Fig. 49 und einen kleinern B, so daß A um so vielmal grösser, als B ist, als Pfunde avoir dupois Gewicht auf dem Sicherungsventile lasten. Ventile C, 'C befinden sich an jedem Ende des kleinern Dampfcylinders und zwar in Röhren, welche die Verbindung mit dem Kessel herstellen, so daß man auf jede Seite des kleinern Kolbens Dampf leiten und denselben nach Belieben absperren kann. Eine Röhre D stellt eine Verbindung zwischen dem obern Ende des kleinern und dem untern Ende des grösern Cylinders her, und diese Verbindung kann mittelst des Ventiles E geöffnet und verschlossen werden. Auf gleiche Weise bildet die Röhre D eine Verbindung zwischen dem untern Ende des kleinern und dem obern Ende des grösern Cylinders, die mittelst des Ventiles E geöffnet und abgesperrt werden kann. Der obere und untere Theil des grösern Cylinders steht mit dem Condensator durch die Ventile 'F, F in Verbindung.

Angenommen nun, die Luft werde von der Maschine auf die gewöhnliche Weise ausgeblasen, worauf alle Ventile verschlossen werden und die Maschine angelassen werden kann, indem die Kolben im obersten Theil der Cylinder sitzen; so öffne man die Ventile C, E und F, worauf der Dampf unter dem Kolben des größern Cylinders durch F in den Condensator entweicht und einen leeren Raum unter dem Kolben zurückläßt. Der Dampf unter dem Kolben des kleinern Cylinders schießt durch D, öffnet das Ventil E und preßt den größern Kolben nieder. Der Dampf aus dem Kessel tritt bei C ein und drückt auf den kleinern Kolben. Anfangs rührt die ganze Bewegung vom Druck auf den größern Kolben her, weil der Dampf über und unter dem kleinern Kolben denselben Druck besitzt. Während aber die Kolben im Stiefel niedersteigen, entweicht der Dampf unter dem kleinern in den größern Cylinder, dehnt sich in einem größern Raume aus und übt folglich einen schwächern Druck aus; und deßhalb erlangt der Dampf, welcher auf der andern Seite einen ungeschwächten Druck ausübt, eine Triebkraft, welche gleich ist dem Drucke, der durch die Expansion des Dampfes zwischen den beiden Kolben verloren gegangen ist. So werden beide Kolben in ihren respectiven Cylindern oder Stiefeln niedergedrückt werden. Es verdient bemerkt zu werden, daß der größere Kolben während seines Niederganges von einer fort-

dauernd abnehmenden Kraft, der kleinere dagegen von einer beständig zunehmenden Kraft getrieben wird.

Sobald die Kolben den Boden der Cylinder erreichen, werden die Ventile C, E, F geschlossen und ‘C, ‘E, ‘F geöffnet, wie in Fig. 50. Der Dampf über dem größern Kolben tritt nun durch ‘F in den Condensator und läßt über dem Kolben einen leeren Raum zurück. Der Dampf über dem kleinern Kolben gelangt durch ‘E und ‘D unter den größern, während aus dem Kessel frischer Dampf durch ‘C unter den kleinern Kolben tritt. Der Druck des durch ‘E unter den größern Kolben tretenden Dampfes bewirkt zuerst das Emporsteigen des Kolbens, indem er denselben in den über ihm befindlichen leeren Raum treibt. Mittlerweile geht der Dampf über dem kleinern Kolben in den größern Raum des größern Cylinders über, verliert allmählig an Spannung, so daß der bei ‘C aus dem Kessel einstreichende Dampf zum Theil in Wirkung tritt und das Emporsteigen ganz unter denselben Umständen, wie das Niedersteigen, vollendet wird; auf diese Weise dauert nun das Spiel der Maschine fort.

Es liegt auf der Hand, daß die Ventile sehr leicht durch den Mechanismus der Maschine selbst ihre Steuerung erhalten können.

Bei dieser Einrichtung gehen die Kolben zugleich auf und nieder, und ihre Kolbenstangen

müssen folglich an demselben Arme des Maschinenbaumes befestigt werden. Es ist manchmal wünschenswerth, sie an verschiedenen Armen des Maschinenbaumes zu befestigen, so daß der eine emporgeht, während der andere niedersteigt, und es ist leicht, die Ventile so anzuordnen, um dieses zu bewirken. In Fig. 51 hat der kleinere Kolben den Boden und der größere den obersten Theil des Cylinders erreicht. Wenn die Ventile 'C, 'E, 'F geöffnet werden, entsteht ein leerer Raum unter dem größern Kolben und der Dampf gelangt aus dem kleinern Cylinder durch 'E über den größern Kolben und treibt ihn nieder. Zu gleicher Zeit strömt frischer Dampf aus dem Kessel durch 'C unter den kleinern Kolben und treibt ihn gegen die abnehmende Kraft des über demselben befindlichen Dampfes, der sich im größern Cylinder ausdehnt, empor. Wenn also der größere Kolben niedergeht, geht der kleinere empor. Nachdem jeder seinen Cylinder durchlaufen hat, werden die Ventile 'C, 'E, 'F geschlossen und C, E, F geöffnet, worauf der kleinere Kolben nieder- und der größere emporsteigt u. s. w.

Woolf's Dampfmaschine unterscheidet sich von derjenigen Hornblower's dadurch, daß sie Dampf von hoher Pressung anwendet und von doppelter Wirkung ist. Farey sagt, daß einige dieser in Cornwall erbauten Maschinen mit offenbarer Ersparniß an Brennmaterial arbeiten. Sie scheinen

indessen die Watt'schen Dampfmaschinen nicht im Geringsten verdrängt zu haben. Der Kessel, dessen sich Woolf zur Erzeugung des hochdrückenden Dampfes für seine Maschinen bedient, hat einige Eigenthümlichkeiten, aber diese Dampfmaschinen sind nicht in so allgemeinem Gebrauch, daß ich darin Veranlassung fände, mich über diesen Gegenstand weitläuftiger zu verbreiten.

§. 79.

Im Jahr 1797 nahm Hr. Cartwright, ein Mann, welcher sich durch andere mechanische Erfindungen ausgezeichnet hatte, ein Patent auf einige Verbesserungen an der Dampfmaschine. Sie sind so nett und einfach, daß wir sie, obschon sie nicht sehr allgemein in Gebrauch gekommen sind, hier nicht mit Stillschweigen übergehen können.

Das Dampfrohr des Kessels ist bei B Fig. 52 als abgeschnitten dargestellt; T ist ein Spindelventil, durch welches der Dampf über den Kolben gelangt, und R ist ein Spindelventil im Kolben; D ist eine gekrümmte Röhre, welche eine Verbindung zwischen dem Dampfcylinder und dem Condensator herstellt, der eine ganz eigenthümliche Einrichtung besitzt. Cartwright schlug nämlich vor, die Verdichtung ohne eingespritztes Wasser auf die Weise zu bewerkstelligen, daß der Dampf mit einer sehr großen kalten Oberfläche in Berührung gebracht werde. Für diesen Zweck richtete er seinen

Condensator dergestalt ein, daß er zwei Cylinder von ziemlich gleicher Größe in einander setzte und das Wasser der kalten Cisterne, in welchem sie standen, durch den innern Cylinder fließen und auch den äußern davon umgeben ließ. Der enge Raum zwischen diesen beiden Cylindern bildete nun den Condensator.

Die Luftpumpe steht unmittelbar unter dem Dampfcylinder, und die Fortsetzung der Kolbenstange setzt den Kolben der Luftpumpe in Bewegung; letzterer ist massiv und ohne Ventil. F ist die Röhre, welche den Condensator mit der Luftpumpe verbindet, um den verdichteten Dampf beim Hub des Kolbens durch das Ventil G in den Stiefel ziehen und beim Niedergange desselben in den Warmbrunnen H emporzutreiben, aus welchem der Kessel mittelst der Röhre I gespeist wird. Im Deckel des Warmbrunnens H öffnet sich ein Ventil nach innen und wird von einer Kugel verschlossen gehalten, welche auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmt. Der Druck der verdichteten Luft über der Oberfläche der Flüssigkeit in H treibt letztere durch I in den Kessel. Häuft sich die Luft in zu großem Grade in H an, so wird die Oberfläche der Flüssigkeit so tief hergedrückt, daß die Kugel sinkt, das Ventil sich öffnet und die Luft entweichen läßt. Die in H befindliche Luft ist diejenige, welche aus dem Con-

densator mit der Flüssigkeit emporgehoben wird und wieder frei geworden ist.

Angenommen, der Kolben befinde sich im obern Theile des Cylinders, stoße daselbst an die Spindel des Ventiles T und öffne dasselbe, während die Spindel des Kolbenventiles R an die Klappe des Cylinders stößt, und dadurch das Ventil in sein Lager zurückgedrückt wird. Zu gleicher Zeit ist eine freie Communication zwischen dem Cylinder unter dem Kolben und dem Condensator durch die Röhre D geöffnet. Der Druck des über den Kolben streichenden Dampfes treibt nun den Kolben in den entstandenen leeren Raum hinab. So wie derselbe auf der Sohle des Cylinders anlangt, stößt die Spindel des Kolbenventiles R an, und das Ventil wird geöffnet, so daß eine Verbindung durch dasselbe mit dem Condensator hergestellt wird. In demselben Augenblicke trifft eine an der Kolbenstange vorragende Feder K die Spindel des Dampfventiles T und treibt das Ventil in sein Lager. Während nun der Zufluß des Dampfes abgeschnitten ist, ergießt sich der Dampf über dem Kolben in den Condensator, und der Kolben, der nun von allem Drucke frei ist, wird durch das Moment des Schwungrades emporgehoben, welches noch in der Bewegung beharrt, die ihm von dem niedersteigenden Kolben mitgetheilt worden ist. Sobald der Kolben wieder den obern Theil des Cylinders erreicht hat, wird das Ventil T geöffnet,

das Ventil R geschlossen und der Kolben wiederum niedergetrieben. Auf diese Weise dauert das Spiel der Maschine fort.

Der Mechanismus, durch welchen die Kolbenstange die Bewegung auf's Schwungrad überträgt, ist äußerst nett. An der Axe des Schwungrades sitzt ein kleines Zahnrad, welches in die Verzahnung eines andern größern Rades L eingreift. Dieses Rad wird durch einen Krummzapfen in Bewegung gesetzt, und letzterer durch ein am Ende der Kolbenstange befestigtes Querstück getrieben. Ein anderes auf gleiche Weise gezahntes Rad M wird ebenfalls durch den Krummzapfen in Bewegung gesetzt, und derselbe von dem andern Ende des an der Kolbenstange befestigten Querstückes getrieben.

Eine der Eigenthümlichkeiten der Maschine ist die, daß die zur Dampferzeugung im Kessel angewendete Flüssigkeit durch die ganze Maschine, ohne Verminderung oder Vermischung mit einer andern Flüssigkeit circulirt, so daß der Kessel nie stärker gespeist zu werden braucht, als der Warmbrunnen H in dieser Hinsicht zu gewähren vermag. Dieser Umstand ist eine äußerst wichtige characteristische Eigenschaft der Maschine, indem es dadurch möglich wird, Branntwein statt des Wassers im Kessel anzuwenden, der bekanntlich bei niederern Wärmegraden ins Sieden gelangt und dadurch die Hälfte des Brennmateriales ersparen läßt. Der

Erfinder hat sogar den Vorschlag gemacht, die Maschine als Brennblase und als mechanische Kraft zugleich zu benutzen, in welchem Falle das ganze Brennmaterial erspart werden würde.

In dieser Maschine konnte das gewöhnliche Mittel, den Kolben mittelst Oel, geschmolzenem Wachs oder Talg, welches man in anderen Maschinen auf denselben gießt, dampfdicht zu machen, nicht angewendet werden, weil der Dampf über dem Kolben immer einen freien Durchgang durch's Kolbenventil R finden muß. Der sinnreiche Erfinder hat deßhalb ein anderes Mittel, den Kolben im Cylinder ohne Oel oder Liderung dampfdicht zu machen, erfunden, und dieses hat man seit der Zeit mit gutem Erfolg in den Woolf'schen Maschinen angewendet.

Ein metallener Ring wird in den Cylinder eingeschmirgelt, so daß er vollkommen paßt, und alsdann in vier gleiche Segmente zerschnitten. Die innere Seite dieses Ringes ist ein wenig konisch gearbeitet; es wird ein anderer Ring in denselben geschmirgelt, so daß er genau anschließt; und auch diesen zerschneidet man abermals in vier Segmente. Man setzt nun einen Ring in den andern, jedoch so, daß die Schnitte des innern Ringes nicht mit denen des äußern zusammentreffen. Die Stellung der beiden Ringe ist in Fig. 53 angegeben. Im innern Ringe liegen vier Federn, welche die Ringsegmente nach außen gegen die Wandungen des Cy-

linders treiben und in der eben angeführten Figur ebenfalls angegeben sind. Vier Paare solcher Ringe werden über einander gelegt, so daß die Schnittstellen nicht zusammentreffen; und alsdann werden sie durch Scheiben, die oben und unten hin zu liegen kommen, zusammengeschraubt. Ein senkrechter Durchschnitt des Kolbens ist Fig. 54 gegeben. Einer der Vortheile dieses Kolbens ist der, daß, je länger er im Gebrauche sich befindet, er um so genauer in den Cylinder paßt, so daß er während der Abnutzung der Maschine besser wird. —

Nun bleibt uns noch übrig, in Kürze der rotirenden Dampfmaschine Erwähnung zu thun.

§. 80.

Die erste Idee einer sogenannten rotirenden Dampfmaschine hat der bekannte Amontons gehabt und im Jahr 1699 der Pariser Akademie die Beschreibung einer solchen Maschine vorgelegt. Sie ist wegen ihres künstlichen Baues und des erforderlichen vielen Brennmateriales eben nicht von praktischer Anwendbarkeit.

Auch Watt versuchte eine rotirende Maschine aus einer luftdicht, in einer andern sich drehenden Trommel herzustellen, bei welcher der Dampf bloß nach einer Seite drückte, aber es war ihm unmöglich, das luftdichte Schließen hervorzubringen und er gab deßhalb die Idee wieder auf. Nach ihm haben viele Andere dergleichen Maschinen angege-

ben, die zwar sinnreich ausgedacht, aber dennoch nicht sonderlich in Gebrauch gekommen sind.

§. 81.

Diejenige rotirende Maschine, welche sehr sinnreich ausgedacht, allerdings eine praktische Anwendbarkeit verspricht, ist das Mastermann'sche Rad, welches Fig. 55 im lothrechten Durchschnitte darstellt, indem Fig. 56 einen solchen Durchschnitt der ganzen Maschine zeigt. Das Ganze ist ein hohles Rad, durch Klappenventile in einzelne Kammern abgetheilt. Der hohle Ring des Rades a a ist stets mit Wasser halb gefüllt, statt dessen Onions in seinem patentirten Vorschlage von 1811 ein unter der Siedehitze schmelzendes Metallgemisch zu nehmen räth, welches bei seinem größeren Gewichte ungleich wirksamer ist.*) Um den Abgang des Wassers zu ersetzen, dient das Reservoir b mit einem Ventile c, welches sich, durch den Schwimmer v gehoben, selbst schließt. Bedient man sich des nicht verdampfenden Metallgemisches, so kann dieses Reservoir entbehrt werden. Durch das Rohr m wird der Dampf aus dem Dampfkessel zuge-

*) Jos. von Baader hat in München ein solches Rad mit dem Metallgemisch gefüllt, wirklich ausführen lassen, und zweckmäßig gefunden, Onions dagegen verwarf dasselbe, weil es beim Erkalten durch seine Ausdehnung die Röhre sprengte.

führt, dringt durch die hohle Speiche d, füllt den Raum e, verschließt das Ventil f, öffnet die Klappe g, treibt das Wasser vor sich hin, daß es bis h aufsteigt, wodurch das Rad ein Uebergewicht erhält und um seine Achse umläuft. Kommt die Speiche in die Lage vor k, so trifft der Dampf am unteren Ende im Kranze eine Oeffnung, durch welche er in den Condensator entweichen kann, wohin auch durch das Ventil i, die etwa angesammelte Luft dringt. Die Gegengewichte n n . . . an den Klappen sind bestimmt, dieselben zu öffnen, damit sie der Bewegung des Wassers kein Hinderniß entgegensetzen. Ist die Maschine von einfachem atmosphärischem Drucke, so kann sie das Wasser nur bis 32 Fuß hoch drücken. Indeß will Masterмann, daß man nur 28 Fuß Druckhöhe annehmen soll, wobei indeß der horizontale Querschnitt des Rades beliebig groß seyn kann. Die Maschine läßt sich auch mit hohem Drucke einrichten, in welchem Falle das Rad eine beliebige Höhe haben, und der Dampf in die Atmosphäre entweichen kann.*) Einige Versuche, welche der Erfinder dieser Maschine mit derselben angestellt hat, sprachen sehr zu ihrem Vortheile und ergaben z. B. daß bei gleichem Aufwande von Kohlen diese gegen eine

---

*) Description of Masterman's Patent Rotatory Steam Engine. Lond. 1822. Repertory of Arts 2 d. Ser. XLI, 139.

gewöhnliche Condensationsmaschine im Verhältniß von 30 zu 19 wirkte. Die Maschine verdient also allerdings Aufmerksamkeit.

§. 82.

Endlich möge von den Rotations-Maschinen hier noch diejenige kurz beschrieben werden, welche ein gewisser Stiles in Baltimore verfertigt, und wovon eine von 60 Pferdekräften das Dampfschiff Surprise treibt, wodurch also die praktische Anwendbarkeit derselben vorerst erwiesen ist, obgleich das Verhältniß ihrer mehr oder minder vortheilhaften Benutzung erst durch längere Zeit verglichene Erfahrung geprüft werden muß. Sie ist im Baue sehr einfach und in der Hauptsache einer ähnlichen nachgebildet, welche Cooke erfunden hat, jedoch in vielen Stücken zweckmäßiger eingerichtet. Zur allgemeinen Kenntniß derselben genügt eine Durchschnittszeichnung Fig. 57. Das Ganze besteht aus einem feststehenden Cylinder, in welchem ein anderer eingeschlossener durch die Kraft des Dampfes bewegt wird. Die festsitzende Axe des letzteren S ist zugleich die Welle der Schaufelräder, welche das Schiff treiben. In den äußeren Cylinder wird der Dampf aus dem Kessel durch das Rohr D D geleitet und entweicht durch ein anderes 'D 'D in den Condensator. Der innere Cylinder schließt mit seinen beiden äußeren flachen Seiten dampfdicht an die inneren Flächen des äußern Cylinders an,

weil aber der Durchmesser des ersteren kleiner ist als der des letzteren, so entsteht dadurch ein für den Strom des Dampfes offener Canal, welcher durch ein massives, dampfdicht passendes Stück L L oben verschlossen ist, so daß die Bewegung des Dampfes daher nur nach einer Seite erfolgen kann. Es versteht sich dabei von selbst, daß dieser Stopfer an der innern Seite des äußeren Cylinders befestigt, die krumme Oberfläche des inneren Cylinders aber hinlänglich glatt ist, um durch Reibung nicht zu sehr an seiner Bewegung zu verlieren, eine bei diesen Maschinen sehr zu beachtende Bedingung. Auf der krummen Oberfläche des inneren Cylinders befinden sich die beiden flügelförmigen Klappen i i, welche eröffnet den Zwischenraum beider Cylinder, oder den Dampfcanal gänzlich verschließen, verschlossen aber sich so völlig dicht in die krumme Fläche des innern Cylinders einlegen, daß sie auch beim Hingange unter dem Stopfer L L kein Hinderniß darbieten. Kommt die eine Klappe bei der Oeffnung in H an, so läßt sie den drückenden Dampf entweichen, während der Cylinder durch den Widerstand der andern Klappe umgetrieben wird, so daß die erstere Klappe bei dem kegelförmigen Stücke 'u ankommend sich in ihr Lager legt. An den Klappen befinden sich die Hebelstücken t 't welche beim Niederlegen derselben sich um Zapfen drehend in dem innern Raum der Quadranten aufgenommen werden, dann aber, wenn

sich die Klappen wieder öffnen sollen, durch das Stück u 'u vorgeschoben werden, welches für diesen Zweck im äußern Cylinder befindlich ist. Man kann das letztere von Außen durch Schrauben stellen. Auf solche Weise öffnet sich die eine Klappe, indem auf beiden Seiten der Druck des Dampfes gleich ist, und die andere schließt sich in dem schon mit dem Condensator verbundenen Raume, so daß ihrer Bewegung, außer der Reibung, kein weiteres Hinderniß im Wege steht. Die Klappen sind von Kupfer und etwas trapezoidalisch, weil der Dampfcanal nach außen etwas enger wird. In einer Rinne in beiden Flächen des innern Cylinders, desgleichen in einer Furche in dem äußersten Ringe, welcher die beiden Flächen des äußern Cylinders aus einander hält, liegen die das Entweichen des Dampfes hindernden Garnierungen, welche angedrückt werden, wenn man die beiden Scheiben des äußern Cylinders durch die in der Zeichnung angedeuteten Schrauben auf den äußern Ring preßt. Aehnliche Garnierungen des massiven Stopfers L L liegen zwischen metallenen Scheiben und werden durch Schrauben angedrückt. Sie werden sämmtlich alle Monate, oder dreimal im Jahre erneuert.

Die Maschinen sind von hohem Drucke und daher wird der Dampf bloß abgekühlt in einem durch äußeres kaltes Wasser stets kühlen Behälter, in welchem es sich sammelt, und dem Siedekessel wieder zur Speisung dient. Man verliert bei die-

ser Maschine offenbar viel dadürch, daß der Dampf von hoher (fünf- oder gar zehnfacher Elasticität) entweicht, welches aber der gleichmäßigen Bewegung wegen geschehen muß, doch ließe sich viel gewinnen, wenn man eine Expansionsmaschine daraus machte und ein Schwungrad anbrächte. Uebrigens ist der innere Durchmesser des großen Cylinders = 1, m 5, der Zwischenraum zwischen den Cylindern 0, m 152, zwischen den Flächen 0, m 483, und das Gewicht des Ganzen vier bis fünf Tonnen; sie hat drei Dampfkessel, welche mit einander in Verbindung stehen, sieben Tonnen Wasser halten und leer ohngefähr acht Tonnen wiegen. Das Dampfschiff, welches durch diese Maschine getrieben wurde, obgleich übrigens nicht vortheilhaft gebaut, soll 1817 alle andere an Geschwindigkeit übertroffen haben. Der Preis einer solchen von 63 Pferdekräften sollte 66,000 Francs und von 40 Pferdekräften 44,000 Francs betragen.*)

*) Mémoire sur les Bateaux à vapeur des Etats-Unis d'Amerique par Marestier. Paris 1825. 4. p. 108.

Zehntes Capitel.

Dampfmaschinen, welche sich auf Eisenbahnen fortbewegen.

Hochdrückende Dampfmaschinen. — Leupold's Dampfmaschine. — Trevithick's und Vivian's Dampfmaschine. — Anhaftung an der Eisenbahn. — Blenkinsop's Patent. — Chapman's Verbesserung. — Dampfmaschine mit Füßen. — Stephenson's erste Dampfmaschine. — Dessen Verbesserungen. — Liverpool- und Manchester-Eisenbahn-Compagnie. — Vorläufige Schritte derselben. — Große Wettfahrt im Jahre 1829. — Der Dampfwagen Rocket. — Der Dampfwagen Sanspareil. — Der Dampfwagen

Novetty. — Resultat der Wettfahrt. — Eigenschaften des Rocket. — Successive Verbesserungen. — Gegenwärtige Leistung auf der Eisenbahn. — Mängel der jetzigen Maschinen. — Geneigte Ebenen auf Eisenbahnen. — Mittel, dieselben zu befahren. — Nachtheil der großen Kraft der Dampfmaschinen. — Rechnung über Einnahme und Ausgabe auf der Liverpool-Eisenbahn. — Gewinn, welchen sie gegenwärtig bringt und Aussichten in die Zukunft. — Bemerkungen über die Behandlung derselben. — Projectirte Eisenbahnen. — Dampfkraft verglichen mit der Pferdekraft. — Eisenbahnen verglichen mit Kanälen. — Liverpool- und Manchester-Canal.

---

§. 83.

Bei den verschiedenen Modificationen der Dampfmaschine, welche wir bis hierher betrachtet haben, erlangt der Druck, welcher auf der einen Seite des Kolbens angewendet wird, seine Wirksamkeit entweder ganz, oder zum Theil durch die Verdichtung des Dampfes und den daraus entstehenden leeren Raum auf der andern Seite. Dazu gehört immer ein Verdichtungsapparat, wie

auch ein beständiger und reichlicher Vorrath von kaltem Wasser. Eine Maschine dieser Art muß deßhalb nothwendig beträchtliche Dimensionen und Schwere haben und ist unanwendbar für Zwecke, wo nur eine kleine und leichte Maschine zulässig ist. Wenn der Verdichtungsapparat weggelassen wird, so findet der Kolben immer eine widerstrebende Kraft, die dem atmosphärischen Drucke gleich ist, und nur derjenige Theil des Dampfdruckes, welcher nach Abzug des atmosphärischen übrig bleibt, ist als Nutzeffect zu betrachten. Deßhalb ist in Maschinen ohne Verdichtungsapparat Dampf von weit höherem Druck, als derjenige der Atmosphäre unerläßlich nothwendig, und man nennt deßwegen solche Maschinen hochdrückende Dampfmaschinen, oder Dampfmaschinen von hohem Druck.

Dieses ist indessen nicht so zu verstehen, daß jede Dampfmachine, in welcher Dampf von einem höhern Druck, als der atmosphärische, angewendet wird, als eine sogenannte Dampfmaschine von hohem Druck zu betrachten sey; denn bei den gewöhnlichen, allgemein gebräuchlichen Watt'schen Dampfmaschinen ist das Sicherungsventil mit drei bis fünf Pfund auf den Quadratzoll belastet; und in Woolf's Maschinen wird der Dampf unter einem Drucke von 40 Pfund auf den Quadratzoll erzeugt. Diese Maschinen müßten deßhalb, statt Dampfmaschinen von niederem Druck, weit

zweckmäßiger Condensationsmaschine genannt werden, indem man die Woolf'schen Maschinen nichts weniger, als Maschinen von niederem Druck nennen kann. Unter hochdrückenden Dampfmaschinen versteht man also eigentlich solche, in welchen kein leerer Raum erzeugt wird, und der Kolben folglich einen Druck zu überwinden hat, welcher demjenigen der Atmosphäre gleich kommt.

In diesen Maschinen fehlt der ganze Verdichtungsapparat, nämlich die Kaltwassercisterne, der Condensator, die Luftpumpe, die Kaltwasserpumpe u. s. w., und nichts ist beibehalten als der Kessel, der Dampfcylinder, der Dampfkolben und die Ventile. Eine solche Maschine ist folglich klein, leicht und wohlfeil. Sie ist auch tragbar und kann im Falle der Noth, sammt ihrer Belastung bewegt werden, aus welchem Grunde sie sich für die Zwecke der Ortsveränderung, oder Fortbewegung gut eignet.

§. 84.

Hochdrückende Maschinen waren eine der frühesten Modificationen der Dampfmaschinen. Die Vorrichtung, welche in dem bereits angezogenen Artikel (siehe §. 23) aus dem Century of Inventions dunkel beschrieben ist, ist eine hochdrückende Maschine, denn die dort erwähnte Kraft ist die elastische Kraft des Dampfes, welche gegen den atmosphärischen Druck arbeitet. Papin hat

zuerst eine Maschine erbaut, bei welcher hochdrückender Dampf, nachdem er seine Wirkung gethan, in die Atmosphäre entwich. Diese Maschine war ausschließlich dazu bestimmt, das Wasser zu heben. Leupold, welcher dieselbe mittheilt, hat im Jahre 1724 in seinem Theatrum machinarum hydraulicarum eine ähnliche beschrieben, welche mit einem Kolben und Maschinenbaume versehen, aber einfach wirkend war.

Folgendes ist eine Beschreibung von Leupold's Maschine:

A Fig. 58 ist der Kessel sammt dem Ofen unter demselben; C 'C sind zwei Cylinder mit Kolben, P 'P aus dem Ganzen gefertigt und verbunden mit den Maschinenbäumen B 'B, an welchem die Pumpenstangen R 'R der beiden Druckpumpen F 'F befestigt sind, die mit einem großen Steigrohr S in Verbindung stehen; G ist der §. 66. bereits beschriebene Vierwegehahn. Bei der Stellung, welche in der Figur angegeben ist, streicht der Dampf unter dem Kolben P in die Atmosphäre und der Kolben wird durch seine eigne Schwere niedergetrieben; zu gleicher Zeit drückt der Dampf aus dem Kessel auf den Kolben 'P mit einer Kraft, welche gleich ist der Differenz zwischen dem Dampfdruck und dem atmosphärischen Druck. So wird der Kolben R der Druckpumpe gehoben und der Kolben 'P treibt den Kolben 'R nieder und dadurch Wasser in das Steigrohr S. Nachdem der Kolben

P den untersten Theil des Cylinders C, und 'P den obersten Theil des Cylinders 'C erreicht hat, ändert sich die Stellung des Hahnes so, wie sie in Fig. 59 angegeben ist. Der Dampf, welcher eben den Kolben 'P emporgetrieben hat, darf in die Atmosphäre entweichen, während der Dampf, welcher aus dem Kessel unter den Kolben P streicht, letzteren emportreibt; P wird also vom Dampf emporgetrieben, und 'P steigt vermöge seiner eigenen Schwere nieder. Auf diese Weise wird der Kolben R niedergetrieben, der das Wasser im Pumpenstiefel in das Steigrohr S vor sich her treibt, und der Kolben 'R wird emporgehoben, damit sich der andere Pumpenstiefel wieder füllen kann. Und so dauert das Spiel der Maschine fort.

In der Sohle des Steigrohrs liegt ein Ventil, um zu verhindern, daß das in diese Röhre getriebene Wasser nicht wieder zurückkehre. Dieses Ventil öffnet sich nach oben, und die auf dasselbe drückende Wasserlast hält es nur um so sicherer verschlossen. Bei jedem Niedergange des Kolbens wird das Ventil, weil der auf dasselbe übergetragene, nach oben wirkende Druck größer ist, als das Gewicht des auf demselben liegenden Wassers, gewaltsam geöffnet, und eine neue Quantität Wasser dringt in das Steigrohr ein.

§. 85.

Seit Watt's Verbesserung der Dampfmaschine bis zum Anfange des jetzigen Jahrhunderts sind in

England die hochdrückenden Dampfmaschinen gänzlich vernachlässigt worden. Im Jahr 1802 erbauten Trevithic und Vivian die erste hochdrückende Maschine, welche in Großbritannien jemals eine große praktische Anwendung erlangt hat. Ein vertikaler Durchschnitt dieser Maschine ist Fig. 60 gegeben.

Der Kessel A B ist ein Cylinder mit ebenen runden Endflächen. Der Feuerraum hat folgende Construction: eine Röhre tritt aus dem einem Ende in den cylindrischen Kessel, setzt sich bis ans andere Ende fort, bekommt hier eine Biegung, so daß sie parallel mit der ersten Richtung wieder zurückläuft. Sie verläßt den Kessel und dringt an einer andern Stelle desselben Endes abermals in denselben. Ein Ende dieser Röhre steht mit dem Schlot E in Verbindung, welcher nach oben geführt ist, wie man aus der Figur ersehen kann. Das andere Ende ist mit einer Thür versehen und in demselben der Rost angebracht, der aus horizontalen Stäben besteht, von welchen die Röhre in zwei Theile getheilt wird: der obere Theil bildet den Feuerraum, und der untere den Aschenfall. Das Brennmaterial wird auf den Roststäben in einem Zustande der Verbrennung erhalten, welcher in diesem Theile der Röhre in C D angedeutet ist; und die Flamme wird durch den Zug des Schlotes durch den auf sich selbst zurückgebogenen Heitzkanal fortgerissen und dringt bei

E in den Schlot. Die Flamme wird auf diese Weise durch das Wasser geleitet und setzt letzteres einer möglichst großen Wärme aus.

Ein Durchschnitt des Dampfcylinders ist bei F dargestellt. Derselbe sitzt im Kessel, aus welchem nur einige Zoll des oberen Endes vorragen, wo der Vierwegehahn G angebracht ist, um den Zutritt des Dampfes zu reguliren. Eine Röhre H läuft von diesem Vierwegehahn in den Schlot und läßt den Dampf, nachdem er auf den Kolben gewirkt hat, in den Schlot entweichen. Das obere Ende der Kolbenstange ist mit einer Querstange versehen, deren Richtung mit der Länge des Kessels und mit der Kolbenstange einen rechten Winkel bildet. Diese Stange erhält die Richtung ihrer Bewegung durch zwei senkrechte, an den Seiten des Kessels parallel zu einander befestigte eiserne Leitschienen. An die Enden dieser Querstange sind zwei Verbindungsstangen mittelst Gelenkbolzen geschlossen, deren untere Enden zwei Krummzapfen an einer Welle treiben, welche quer unter dem Kessel und unmittelbar unter dem Mittelpunkte des Cylinders liegt. Diese Welle findet ihre Zapfenlager in den Füßen, welche den Kessel tragen, und am Ende derselben sitzt das Schwungrad B. Ein großes Zahnrad sitzt ebenfalls auf dieser Welle, und indem dasselbe sammt der Krummzapfenwelle umgedreht wird, theilt es andern Rädern und durch dieselben jedem Maschinenwerke Bewegung

mit, welches man durch die Dampfmaschine in Trieb setzen will.

Bei der Stellung, in welcher der Vierwegehahn in der Figur abgebildet ist, gelangt der Dampf aus dem Kessel durch den gekrümmten Kanal G über den Kolben, während der unter demselben befindliche durch eine Röhre abgeleitet wird, die in der Figur nicht angegeben ist. Er gelangt nämlich in die Röhre H und von da in den Schlot. Der über den Kolben geleitete Dampf drückt nun den Kolben nieder, während der Druck nach oben den atmosphärischen nicht übersteigt. Der Kolben geht deßhalb mit einer Kraft im Stiefel nieder, welche gleich ist der Druckdifferenz des im Kessel erzeugten Dampfes und des atmosphärischen Druckes. Hat der Kolben den Boden des Cylinders erreicht, so wird dem Hahn die in Fig. 61 angedeutete Stellung gegeben, und dieses wird bewirkt durch die Bewegung der Kolbenstange. Der über dem Kolben befindliche Dampf wird nun von der Röhre H in den Schlot geleitet, während der Dampf aus dem Kessel durch eine andere Röhre unter den Kolben gelangt. Der von oben auf den Kolben ausgeübte Druck übersteigt in diesem Falle den atmosphärischen nicht, während der von unten wirkende den Druck des Dampfes im Kessel besitzt. Der Kolben steigt deßhalb mit der Differenz dieser verschiedenen Drucke empor. Sobald der Kolben den obersten Theil des Dampfcylinders erreicht

hat, wird der Vierwegehahn wieder in die Fig. 60 angegebene Stellung zurückgeführt, und der Kolben geht abermals nieder. Auf diese Weise dauert das Spiel der Maschine fort. Ein Sicherungsventil ist bei V am Kessel angebracht und mit einem Gewichte W belastet, welches der Kraft, mit welcher der Dampf drücken soll, entsprechend ist.

In den eben beschriebenen Dampfmaschinen wurde dieses Ventil häufig mit 60 bis 80 Pfund auf den Quadratzoll belastet. Da die Kessel der mit Dampf von hoher Pression arbeitenden Dampfmaschinen leichter dem Zerplatzen ausgesetzt sind, als diejenigen, in welchen Dampf von einer geringern Pression erzeugt wird, so sind gegen dergleichen mögliche Unglücksfälle größere Vorsichtsmaßregeln ergriffen worden. Es wurde ein zweites Sicherungsventil angebracht, zu welchem der Maschinenwärter nicht kommen konnte. So stand es zwar in seiner Gewalt, den Druck des Dampfes zu vermindern, jedoch konnte er ihn nicht über die Grenze des vor ihm verschlossenen Ventiles hinaus steigern. Die größte Gefahr entsprang indessen, wenn das Wasser im Kessel durch die Dampfbildung schneller consumirt, als ersetzt wurde und deßhalb unter das Niveau der Röhre herabsank, in welcher der Feuerheerd angebracht ist. Um gegen die Zufälle zu sichern, welche aus diesem Umstande entspringen können, wurde in einer gewissen Tiefe, unter welche das Wasser nicht fal-

len sollte, ein Loch in den Kessel gebohrt und mit einem metallenen Stöpsel verschlossen, der mit Blei, oder einem andern Metall eingelöthet wurde, welches bei der Temperatur schmolz, die den Kessel in Gefahr bringen konnte. Für den Fall nun, daß das Wasser unter diesen Stöpsel gesunken war, schmolz durch die Hitze des Heitzapparates sogleich die Löthung, der Stöpsel fiel aus der Kesselwand, und der Dampf erhielt einen Ausweg, ohne daß der Kessel platzte. Das bereits beschriebene Queckfilbervisir wurde noch größerer Sicherung halber ebenfalls angewendet. Sobald die Kraft des Dampfes größer war, als der Druck der Queckfilbersäule, welche die Röhre fassen konnte, wurde das Queckfilber ausgetrieben, und der Dampf entwich durch die Röhre. Das den Kessel speisende Wasser wurde durch eine von der Maschine in Thätigkeit gesetzte Compressionspumpe in den Dampfkessel gedrückt. Um die Wärme zu sparen, befand sich dieses Wasser in einer Röhre T, welche die Röhre H umgab. Der benutzte Dampf, welcher, nachdem er auf den Kolben gewirkt hatte, durch die Röhre H dem Schlote zugeführt wurde, trat einen Theil seiner Wärme an das in der Röhre T enthaltene Wasser ab, welches dadurch bis zu einem gewissen Grad erwärmt wurde, ehe es durch die Pumpe in den Kessel gelangte. So kehrte ein Theil der Wärme, die ursprünglich durch den Dampf dem Kessel entführt worden war, in den-

selben im Wasser zurück, mit welchem er gespeist wurde.

Es leuchtet ein, daß Maschinen von dieser Einrichtung für alle Zwecke benutzt werden können, wo Condensationsmaschinen anwendbar sind.

§. 86.

Zwei Jahre nach dem Patente dieser Maschine baute der Erfinder derselben eine Maschine derselben Art, um damit Fuhrwerk auf Eisenbahnen in Bewegung zu setzen, und wendete sie mit gutem Erfolg auf der Eisenbahn bei Merthyr Tydvil in Südwales im Jahr 1804 an. Dem Grundsatze nach war die Maschine der bereits beschriebenen vollkommen gleich. Der Dampfcylinder hatte indessen eine horizontale Lage, so daß die Kolbenstange in der Richtung der Weglinie arbeitete. Das Ende der Kolbenstange trieb mittelst einer Verbindungsstange Krummzapfen an der Welle, an welcher zwei gezahnte Räder saßen. Diese griffen in andere ein und trugen ihre Bewegung zuletzt auf Zahnräder über, die an der Axe der hintern Räder des Wagens befestigt waren, und durch welche diese Axe in einem Zustande der Umdrehung erhalten wurde. Da die hintern Räder fest auf der Axe saßen und sich mit derselben umdrehten, so wurde auf diese Weise der Umlauf derselben hergestellt, und so lange, als die Last des Wagens diejenige nicht überschritt, welche die Reibung des

Fahrweges fortzubewegen vermochte, mußte der Wagen auf diese Weise vorwärts bewegt werden. Auf dieser Axe saß auch ein Schwungrad, um nach jedem Kolbenhub die drehende Bewegung fortzusetzen. Der Beschreibung nach lassen sich die Vorderräder, um das Fuhrwerk bequem lenken zu können, so, wie die Vorderräder einer Kutsche in seitliche Richtung wenden. Die Erbauer scheinen anfangs die Absicht gehabt zu haben, diesen Wagen auf gewöhnlichen Chausseen zu benutzen, mögen sie aber bald aufgegeben und ihn dann nur auf der bereits erwähnten Eisenbahn benutzt haben. Bei der ersten Versuchsfahrt zog er eine Reihe Wagen, welche mit zehn Tonnen Eisen belastet waren, eine Strecke von neun englischen Meilen *), ohne während dieser Zeit frisches Wasser einzunehmen, und legte fünf englische Meilen in einer Stunde zurück.

Seit dieser Zeit wurden die sich fortbewegenden Dampfmaschinen, oder, wie man sie auch zu nennen pflegt, die ortsverändernden Dampfmaschinen eine Lieblingsspeculation der Maschinenbauer, und sie haben in den letzten 28 Jahren beträchtliche Modificationen und Verbesserungen erfahren, deren

---

*) Die engl. Meile enthält 5135 rheinl. Fuß, die geographische Meile 23661 rheinl. Fuß, folglich $4^3/_5$ engl. Meilen = 1 geogr. Meile.

Wirkungen aus dem Verkehr auf der zwischen Liverpool und Manchester angelegten Eisenbahn zu ersehen ist.

§. 87.

Ein merkwürdiger Umstand in der Geschichte dieser Erfindung ist es, daß viel Zeit und Nachdenken nutzlos verwendet worden ist, um die Mittel zur Ueberwindung einer Schwierigkeit zu entdecken, welche sich endlich als eine bloß eingebildete darstellte. Um uns eine deutliche Vorstellung von der Art zu machen, wie ein Wagen durch Dampf fortbewegt wird, wollen wir annehmen, die Räder eines gewöhnlichen Wagens seyen gehemmt, und der Wagen befinde sich auf einer ebenen Straße. Es soll nun durch Versuche die Kraft ausgemittelt werden, die nothwendig ist, um den so gehemmten Wagen auf der Straße fortzuschleifen, so daß die Räder auf der Bodenoberfläche mit starker Reibung fortrutschen. Hierauf soll die Hemmung der Räder aufgehoben werden, so daß sie sich ungehindert umdrehen können, und ein anderer Wagen soll nun an den ersten hinten angehängt werden, so daß der erstere nicht fortbewegt werden kann, ohne den andern nachzuziehen. Dieser andere Wagen soll dergestalt belastet werden, daß seine eigne Schwere sammt der Belastung der Kraft gleich wird, welche man anwenden mußte, um den ersten Wagen bei gehemmten Rädern fortzuziehen. Wenn die

Räder des ersten Wagens nun mittelst einer an den Speichen, oder an den Felgen angewendeten Kraft in Umdrehung gesetzt werden, so wird man finden, daß sie sich umdrehen, ohne das Vorwärtsschreiten des Wagens zu bewirken, und daß sie auf dem Boden kratzen oder rutschen. Bei einigem Nachdenken wird dieses einleuchtend werden, denn die jetzt mit dem Wagen in Verbindung gesetzte Last, welche dem Fortschreiten desselben sich entgegensetzt, ist genau derjenigen gleich, die im erstern Fall ausreichend war, den Wagen bei gehemmten Rädern zu bewegen. In jedem Falle besteht der zu besiegende Widerstand in der Reibung der Räder des ersten Wagens auf der Oberfläche der Straße; und da nun im erstern Falle die Last nicht im Stande war, diesen Widerstand zu besiegen, so ist auch im letztern Falle dieser Widerstand unzulänglich, dieselbe Last zu besiegen. Wird aber die Last des zweiten Wagens vermindert, so daß sie weniger beträgt, als diejenige, welche zur Bewegung des ersten Wagens bei gehemmten Rädern erforderlich ist, so wird alsdann, wenn durch irgend eine an den Speichen, oder Felgen der Räder des ersten Wagens angewendete Kraft dieselben in Umdrehung gesetzt werden, dieser erste Wagen sich nothwendig fortbewegen und den zweiten Wagen nach sich ziehen. Dieses muß nothwendig erfolgen, weil die Last des zweiten Wagens geringer ist, als diejenige, deren man bedarf, um den Widerstand

der Reibung zwischen den Rädern des ersten Wagens und dem Boden zu überwinden.

Ein Versuch dieser Art muß offenbar die Last bestimmen, welche ein Wagen hinter sich herziehen kann, wenn Kraft an seinen Rädern angewendet wird, um dieselben in Umdrehung zu bringen; und der Betrag dieser Last hängt zum Theil von dem Grade der Anhaftung (Adhäsion) ab; welche zwischen den Rädern und der Fahrstraße besteht; zum Theil auch von der Ebenheit der Fahrstraße selbst. Je glätter und ebener die Fahrstraße, und je grösser die Reibung oder Anhaftung zwischen Rädern und Fahrstraße ist, desto weniger giebt es Hindernisse für die rollende Bewegung; aus diesen beiden Gründen wird die Last um so größer seyn, welche ein gegebenes Fuhrwerk nachschleppen kann, wenn es unter diesen Bedingungen fortbewegt wird.

Diejenigen, welche ihre Speculationen auf Dampfmaschinen für die Fortbewegung richteten, waren lange Jahre hindurch der Meinung, daß die Friction oder Anhaftung zwischen den Rädern und der Fahrstraße, wovon die Fortbewegungskraft einer Maschine dieser Art abhängen mußte, sehr gering seye, und daß in jedem praktischen Falle die Räder rutschen oder auf der Straße sich schleichend umdrehen würden, statt den Wagen vorwärts zu bewegen; oder daß, wenn der Wagen vorwärts sich wirklich bewegen sollte, immer ein Theil der bewegenden Kraft durch dieses Rutschen oder Schlei-

fen verloren gehen würde. Es ist in der That merkwürdig, daß diese gescheiten Männer nie auf den Gedanken gekommen sind, durch Versuche den wirklichen Betrag der Anhaftung der Räder auf der Fahrstraße in einem besondern Falle auszumitteln. Wäre dieses geschehen, so würden wir wahrscheinlich schon zu jener Zeit die Dampfmaschinen für die Fortbewegung in einem vollkommenern Zustande, als gegenwärtig, gehabt haben.

Um diese eingebildete Schwierigkeit zu beseitigen, brachten Trevithick und Vivian in Vorschlag, den äußern Radkranz rauh und uneben zu machen, nämlich Nägel mit vorragenden Köpfen, oder Stifte einzuschlagen, oder auch Quervertiefungen auf dem äußersten Kranze anzubringen. Für Fälle, wo die Maschine bedeutende Höhen zu passiren hatte, sollten Klauen oder Nägel aus der Oberfläche hervortreten, um in die Fahrstraße einzugreifen.

Sieben Jahre nach der Erbauung der ersten Dampfmaschine für Fortbewegung von diesen Maschinenbauern, erbaute Blenkinsop zu Middleton Colliery bei Leeds eine andere ortsverändernde Dampfmaschine und erhielt **1811** ein Patent für Anwendung einer Eisenbahn mit Zahnschienen. Statt daß nun die Eisenbahn aus glatten Eisenschienen construirt zu werden pflegte, so bot sie jetzt eine Reihe hervorragender Zähne, wie bei einem Zahnrade dar, welche sich durch die ganze zu durchlaufende Entfernung fortsetzte. Die Räder,

auf welchen die Maschine rollte, besaßen entsprechende Zähne, welche in die Verzahnung der Eisenbahn eingriffen und auf diese Weise eine fortschreitende Bewegung des Wagens hervorbrachten.

Die nächste Erfindung, welche auf Besiegung dieser eingebildeten Schwierigkeit hinauslief, war diejenige der HH. Chapman, welche im Jahr 1812 ein Patent darauf nahmen, eine ortsverändernde Dampfmaschine mittelst einer Kette in Bewegung zu setzen, welche längs der Mitte der Eisenbahn und von einem Ende derselben bis zum andern sich fortsetzte. Diese Kette war einmal um ein Rad mit einem Lauf oder Auskehlung unter der Mitte des Wagens geschlagen, so daß sie, wenn dieses Rad durch die Maschine in Bewegung gesetzt wurde, auf demselben nicht rutschen konnte, und der Wagen sich folglich auf der Straße fortbewegen mußte. Um zu verhindern, daß nicht die Zugkraft auf die ganze Länge der Kette einwirke, war eine solche Einrichtung getroffen, daß die Kettengelenke auf stehende Gabeln fielen, welche in gewissen Entfernungen angebracht waren und zwischen diesen Entfernungen die durch die Maschine bewirkte Spannung der Kette ertrugen. Es wurden Frictionsrollen angewendet, um die Kette in den Lauf oder die Auskehlung des Rades zu drükken und das Rutschen derselben zu verhindern. Diese Einrichtung wurde indessen aus dem sehr einleuchtenden Grunde bald wieder aufgegeben, weil

durch die Reibung der Kette ein außerordentlich bedeutender Kraftverlust herbeigeführt wurde.

§. 88.

Das nächste Jahr 1813 brachte eine äußerst sinnreiche Erfindung zur Besiegung der angeblichen Schwierigkeit, die aus Mangel der Anhaftung der Räder auf der Fahrstraße entspringen sollte. Diese Erfindung bestand in nichts anderem, als in ein Paar mechanischen Beinen und Füßen, welche auf eine ziemlich ähnliche Art, wie die Füße der Thiere zum Fortschreiten und Fortbewegen benutzt wurden.

Eine Skizze dieses Mittels der Fortbewegung ist Fig. 62 mitgetheilt. A ist der Wagen, welcher sich auf der Eisenbahn bewegt, L und 'L sind die Beine, F und 'F die Füße. Der Fuß F hat ein Gelenk bei O, welches dem Fußgelenk entspricht; ein anderes Gelenk bei K entspricht dem Knie- und ein drittes bei L dem Hüftgekenk. Aehnliche Gelenke befinden sich bei den entsprechenden Buchstaben am andern Beine. Das Kniegelenk K ist mit dem Ende des Dampfkolbens in Verbindung gesetzt. Wenn der horizontale Kolben nach außen getrieben wird, so drückt das Bein L den Fuß F gegen den Boden und der Widerstand treibt den Wagen A fort. Mit der Fortbewegung des Wagens wird der Winkel K am Knie größer, so daß das Bein und der Schenkel eine geradere Stellung erhalten; und dieses dauert fort, bis der Kolben seinen gan-

zen Hub gemacht hat. Am Hüftgelenke L ist ein kurzer Hebel LM angebracht, und das Ende desselben durch eine Schnur, oder Kette mit einem Punkt S in Verbindung gesetzt, welcher an der Vorderseite des Beines liegt. Wenn der Kolben in den Cylinder gepreßt wird, wird das Knie K gegen die Maschine hingezogen, und die Schnur MS hebt den Fuß F vom Boden empor, wohin er erst dann zurückkehrt, wenn der Kolben das Ende des Cylinders erreicht hat. Sobald der Kolben wieder aus dem Cylinder hervortritt, wird der Fuß F, welcher auf dem Boden steht, durch die Kraft der Kolbenstange bei K rückwärts getrieben, aber die Friction des Bodens verhindert seine Bewegung in dieser Richtung, die Reaction bewirkt das Fortschreiten der Maschine, und auf diese Weise dauert der Gang derselben fort.

An dem Schenkel ist bei N über dem Knie eine horizontale Stange NR mittelst eines Gelenkes befestigt, um eine Zahnstange R zu treiben. Unter dieser Zahnstange liegt ein gezahntes Rad, welches in eine andere Zahnstange unter sich eingreift. Wenn nun das Knie K von der Maschine entfernt wird, so bewegt sich die Zahnstange R rückwärts, aber das Zahnrad, welches in die unter ihm liegende Zahnstange eingreift, bewegt dieselbe in der entgegengesetzten Richtung. Wird alsdann die Zahnstange R in einerlei Richtung mit dem Knie K bewegt,

so folgt daraus, daß die andere Zahnstange sich immer in einer entgegengesetzten Richtung bewegen müsse. Die untere Zahnstange steht durch eine andere horizontale Stange mit dem Schenkel des Beines 'L'F unmittelbar über dem Knie 'N in Verbindung. Wenn der Kolben in den Cylinder gepreßt wird, so muß das Knie 'K dadurch rückwärts getrieben werden; und wenn der Kolben nach außen gepreßt wird, so wird das Knie 'K vorwärts gezogen. Daraus ergiebt sich nun, daß die beiden Kniee K und 'K abwechselnd rückwärts und vorwärts gedrückt werden. Der Fuß 'F wird durch die bereits beim Fuß F beschriebenen Mittel gehoben, wenn das Knie 'K vorwärts gezogen wird.

Aus dieser Beschreibung ergiebt sich, daß obiger Mechanismus aus der Bewegung der Beine eines Thieres entnommen ist und in allen Hinsichten mit den Vorderbeinen eines Pferdes Aehnlichkeit hat. Man kann ihn indessen nur als eine sehr sinnreiche Erfindung betrachten, die leider keinen praktischen Nutzen gewährt.

§. 89.

Um diese Zeit wurde die wichtige Entdeckung gemacht, daß die Anhaftung oder Reibung der Räder auf den Eisenbahnen vollkommen ausreichend sey, den Wagen fortzubewegen, selbst wenn er eine große Last zu ziehen hatte, und daß in diesem

Falle die Fortbewegung ohne das geringste Rutschen der Räder auszuführen sey. Dadurch wurden nun alle Erfindungen, wie z. B. gezahnte Schienen, Ketten, Füße u. s. w., die man angewendet hatte, um den Rädern einen Eingriff auf der Fahrbahn zu geben, völlig nutzlos. Der Versuch, durch welchen man zu diesem Resultate gelangte, scheint zuerst auf der Wylam-Eisenbahn gemacht worden zu seyn. Hier wurde nämlich bewiesen, daß bei ebenem Wege und reiner Eisenbahn die Anhaftung der Räder bei jeder Art von Witterung ausreichend sey, um beträchtliche Lasten fortzubewegen. Durch Handarbeit wurde zuerst ausgemittelt, welche Last die Räder eines gewöhnlichen Fuhrwerks fortbewegen können, ohne auf den Schienen der Eisenbahn zu rutschen, und nachdem man dieses Verhältniß aufgefunden hatte, ergab sich's, daß die Last der Maschine hinlängliche Anhaftung erzeugen würde, um auf der Eisenbahn die nöthige Zahl von Wagen zu ziehen *).

Im Jahr 1814 baute Georg Stephenson zu Killingworth eine Dampfmaschine mit zwei Cylindern, einem cylindrischen Kessel und vier Rädern, welche durch Krummzapfen in Bewegung gesetzt wurden, die zueinander im rechten Winkel standen, so daß, wenn der eine Krummzapfen in voller

---

*) Wood on Railroads, 2. edit, p. 133.

Wirkung war, der andere seine todten Punkte erreicht hatte. Auf diese Weise befand sich die Fortbewegungskraft stets in Thätigkeit. Die Krummzapfen wurden von einer Kette ohne Ende, welche über zwei Zahnräder unter der Maschine lief, in dieser Stellung erhalten; die Zahnräder saßen mit den Wagenrädern an derselben Axe. Letztere drehten sich, da sie an der Axe ebenfalls festsaßen, mit derselben um.

Diese Maschine ist Fig. 63 und 64 sowohl von der Seite, als vom Ende gesehen, abgebildet. A und B sind die beiden Kolben, welche zu gleicher Zeit thätig sind, während die Vorder- und Hinterräder, auf die sie einwirken, an den Axen verbunden sind, indem sich an ihnen die Kette ohne Ende C befindet, welche auf DD arbeitet. Durch die Umdrehung der Radaxen werden die Verbindungsstäbe der Klappen E, E, E, E durch die excentrische Scheibe F und eine zweite solche Scheibe bewegt. Die Pumpe G erhält ihre Bewegung durch das Auf- und Niedergehen der Kolbenstange. H ist die Heerdthür, I der Aschenfall, K der Rauchfang. Der Heerd und Heitzkanal befinden sich im Innern des Kessels und sind folglich von Wasser umgeben. Noch eine sehr schöne Erfindung, vermöge welcher sie so zu sagen in Dampffedern hieng, war an dieser Maschine angebracht. Kleine Cylinder LL, deren vier vorhanden, sind mit Seitenstücken an den Kessel geschraubt, ragen einige

Zoll in das Innere desselben, so daß das Wasser, oder der Dampf des Kessels von oben auf sie wirken kann. In diesen Cylindern, welche unten offen sind, bewegen sich dampfdicht massive Kolben, und die Kolbenstangen sind über jeder Radaxe an den Maschinenwagen geschlossen. Die Maschine ruht demnach auf vier Kolben, von denen zwei auf jeder Seite sich befinden. Auf die Kolben drückt das Wasser, oder der Dampf, die den obern Theil des Cylinders einnehmen, und da letzterer im hohen Grad elastisch ist, so sind durch diese Einrichtung alle die Vortheile erlangt, welche das Aufhängen in Federn gewährt. Es ist damit jedoch der Fehler verbunden, daß, wenn der Dampf denjenigen Grad der Elasticität verliert, der zum Tragen der Maschine nöthig ist, die Kolben in die Cylinder dringen, und der Boden der Cylinder auf den Kolben auffitzt, so daß die federnde Aufhängung alsdann verloren ist. Aus diesem Grunde hat man auch seit der Zeit diese Art der Aufhängung ganz aufgegeben.

Fig. 63 stellt diesen Dampfwagen von der Seite und Fig. 64 vom Ende gesehen, dar.

Bei einer später erbauten Dampfmaschine für die Eisenbahn von Killingworth hat Stephenson die Verbindung der Räder durch Kette ohne Ende und Zahnräder aufgegeben und erreichte denselben Zweck durch eine Verbindung der beiden Kurbeln mit einer geraden Stange. Alle dergleichen Ein-

richtungen haben indessen den großen Fehler, daß, wenn die Vorder- und Hinterräder nicht von völlig gleichen Dimensionen sind, ein Rutschen oder Schleppen auf der Fahrbahn, die nothwendige Folge davon ist. Die Einrichtung der Maschine erheischt es, daß jedes Rad genau in derselben Zeit seinen Umlauf vollende, unter welcher Bedingung es genau die gleiche Wegstrecke zurücklegt. Haben deßhalb die Räder nicht eine vollkommen gleiche Peripherie, so wird das kleinere Rad um so viel auf der Bahn fortgeschleift werden, als die Differenz der beiden Radumfänge beträgt; oder das größere Rad müßte in der entgegengesetzten Richtung geschleift werden, um dieselbe Differenz auszugleichen. Da kein Mechanismus eine vollkommene Gleichheit bei vier Rädern, vielweniger bei sechs Rädern herstellen kann, so darf man annehmen, daß ein großer Theil dieser schleppenden Wirkung eine nothwendige Folge des Principes dieser Maschine ist; und wären selbst die Räder anfangs ganz genau gearbeitet, so kann doch unmöglich ihre Abnutzung so gleichförmig erfolgen, daß sie sich beständig gleich bleiben.

§. 90.

Die nächste Anregung zu fernerem Fortschritt erhielt diese Erfindung durch das große Nationalunternehmen zu Liverpool, wodurch diese Stadt mit der großen Handelsstadt Manchester mittelst einer doppelten Linie von Eisenbahnen verbunden wurde.

Als dieses Project unternommen wurde, war es noch nicht entschieden, welche bewegende Kraft das beßte Transportmittel auf der beabsichtigten Bahn abgeben würde. Man schwankte noch zwischen Pferdekraft, feststehenden Dampfmaschinen und sich fortbewegenden Dampfmaschinen; aber das erste Mittel wurde aus vielen einleuchtenden Gründen, zu Gunsten des einen oder des andern der beiden letzteren verworfen.

Die Dampfmaschine kann auf zwei verschiedene Arten benutzt werden, um Wagen auf Chausseen, oder auf Eisenbahnen in Bewegung zu setzen. Soll sie auf die eine Art benutzt werden, so bekommt sie einen festen Stand und zieht das Fuhrwerk oder eine Reihe von Fuhrwerk mittelst einer Kette an sich, welche die ganze Länge der Straße sich fortsetzt, auf der die Maschine arbeitet. Bei Anwendung dieses Verfahrens wird die Straßenlinie, auf welcher der Transport bewegt werden soll, in eine Menge kurzer Stationen getheilt und auf jeder eine Dampfmaschine angebracht. Die Wagen oder das Fuhrwerk werden, nachdem sie von einer Maschine bis zur Station gezogen worden sind, abgehängt und an das Ende der Kette geschlossen, an welcher die nächste Maschine arbeitet. Auf diese Weise wird die Reise von Station zu Station durch besondere Dampfmaschinen vollendet. Nach dem andern Verfahren zieht dieselbe Dampfmaschine die Last von einer Station zur andern und bewegt sich selbst mit derselben fort.

Die Directoren der Liverpool- und Manchester-Eisenbahn ließen im Frühlinge des Jahres 1829, als diese Eisenbahn ihrer Vollendung sich nahte, von erfahrnen Maschinenbauern den HHrn. Stephenson und Lock und den HHrn. Walker und Rastrick die verschiedenen Eisenbahnen bereisen, wo praktische Auskunft über den comperativen Effect feststehender und sich fortbewegender Dampfmaschinen zu erhalten war; und von diesen Männern erhielten sie Berichte über den relativen Werth der beiden Methoden, wie sie von ihnen beurtheilt wurden. Die einzelnen Umstände ihrer Berechnungen sind ohne Auszug in dem trefflichen Werke Nicholas Wood's über Eisenbahnen mitgetheilt worden, auf welches wir den Leser nicht allein in Betreff dieses, sondern auch in Bezug auf viele andere Dinge verweisen, die mit der sich fortbewegenden Dampfmaschine in Verbindung stehen, und die dem Zwecke dieser Vorlesungen gemäß nicht berührt werden können. Das Resultat der Vergleichung beider Methoden lief darauf hinaus, daß zur Errichtung einer Reihe feststehender Dampfmaschinen ein weit größeres Capital als zur Herstellung einer gleichgroßen Kraft in sich fortbewegenden Maschinen erforderlich sey; daß auch die jährlichen Kosten der feststehenden Maschinen größer seyen; und daß folglich auch die Transportkosten in gleichem Verhältnisse größer seyn müßten. In folgender Tabelle sind die Ergebnisse in Zahlen ausgedrückt.

	Capital.			Jährlicher Aufwand.			Aufwand, eine Tonne Waaren eine engl. Meile weit zu schaffen.
	Pf. Strl.	Schill.	Penny.	Pf. Strl.	Schill.	Penny.	Penny.
Ortsverändernde Maschinen . . .	58,000	—	—	25,517	8	2	0,164
Feststehende Maschinen	121,496	7	—	42,031	16	5	0,269
Bei ortsverändernden Maschinen erspart	63,496	7	—	16,514	8	3	0,105

Was die Ersparniß anlangt, hatte deßhalb die Anwendung ortsverändernder Dampfmaschinen einen entschiedenen Vorzug, aber es gab auch noch andere Rücksichten, welche außer dieser dazu beitrugen, die Wahl der Directoren zu Gunsten dieser Dampfmaschine zu entscheiden. Eine Beschädigung, welche auf irgend einem Theile einer Straßenlinie an einer feststehenden Dampfmaschine vorfällt, muß nothwendig eine gänzliche Unterbrechung der Fortbewegung für die ganze Straßenlinie zur Folge haben. Die wachsamste und schärfste Aufmerksamkeit der an jedem Theile des Straßenzuges angestellten Personen würde deßhalb nothwendig seyn, aber abgesehen davon, so würden Zufälle, wie z. B. das Zerreißen, oder eine Unordnung an irgend einer Zugkette, oder das Aufhören der Thätigkeit einer der feststehenden Dampfmaschinen eben so nachtheilig seyn und den Verkehr auf der Straße stören. Bei Anwendung ortsverändernder Dampfmaschinen dagegen kann ein unangenehmer Zufall nur denjenigen Zug von Fuhrwerk treffen, der von der Maschine, welche die Beschädigung erfahren hat, fortbewegt wird; und selbst dann läßt sich der Schwierigkeit abhelfen, wenn längs der Straßenlinie auf passenden Stationen vorräthige Maschinen vorhanden sind. Die Wahrscheinlichkeit unangenehmer Zufälle ist nun vielleicht bei den feststehenden Dampfmaschinen geringer, als bei den sich fortbewegenden, aber die nachtheiligen Folgen,

wenn sich ein solcher Zufall ereignet, sind bei feststehenden Dampfmaschinen um sehr vieles größer.

„Die Anwendung feststehender Dampfmaschinen, sagt Walker, hat Aehnlichkeit mit einer Kette, welche von Liverpool bis nach Manchester reicht; zerbricht ein einziges Gelenk, so ist der ganze Zusammenhang gestört. Die Anwendung ortsverändernder Dampfmaschinen gleicht dagegen einer Menge kurzer und nicht verbundener Ketten;" zerreißt eine derselben, so wird dadurch die Wirkung der andern nicht gestört und ihr Verlust kann leicht ersetzt werden.

Die Directoren entschieden sich deßhalb zu Gunsten ortsveränderner Dampfmaschinen, und sie bemühten sich nun, ein Mittel zu finden, den Erfindungsgeist des Landes aufzumuntern, die bestmöglichste Form von Dampfmaschinen für diesen Zweck herzustellen. Es wurde deßhalb in Vorschlag gebracht und ausgeführt, einen Preis für die beßte sich fortbewegende Dampfmaschine, die nach gewissen festgestellten Bedingungen gebaut werden würde, auszusetzen und eine Zeit für eine öffentliche Untersuchung der Ansprüche der Bewerber festzusetzen. Demgemäß wurde ein Preis von 500 Pf. Strl. auf die am meisten verbesserte ortsverändernde Dampfmaschine gesetzt, die sich auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester als solche bewähren würde; und Bedingungen waren dabei, daß sie keinen Rauch von sich geben dürfe, daß der

Druck des Dampfes nicht über 50 Pfund auf den Quadratzoll betrage, daß sie wenigstens ihr dreifaches Gewicht mit einer Geschwindigkeit von wenigstens 10 englischen Meilen in einer Stunde fortbewegen müßte; daß die Maschine auf Federn ruhen müßte und nicht über 15 Fuß hoch seyn dürfe. Es waren auch Vorkehrungen gegen das Zerplatzen des Kessels und dessen Folgen in Vorschlag gebracht worden, und endlich noch andere Punkte, welche hier nicht ausführlich erwähnt zu werden brauchen. Dieses wurde in Frühling 1829 bekannt gemacht, und die Zeit der Prüfung war für den nächst folgenden Oktober festgesetzt. Die Dampfmaschinen welche sich dieser Prüfung unterzogen, waren the Rocket von Hrn. Stephenson, the Sanspareil von Hrn. Hackworth und the Novelty von den HHrn. Braithwait und Ericson erbaut. Unter diesen erhielt ersterer den Preis. Man hatte für die Probefahrt eine Strecke der Eisenbahn von ebener Lage und etwa zwei englische Meilen Länge zwischen Liverpool und Manchester bei einem Orte Namens Rainhill gewählt. Die Entfernung zwischen den beiden Stationen betrug $1^1/_2$ englische Meile, und die Maschine sollte diese Strecke zehnmal vorwärts und zehnmal rückwärts zurücklegen, was zusammen eine Strecke von 30 englischen Meilen betrug. Der Rocket legte diese Strecke zweimal zurück, das erstemal in 2 Stunden 14 Minuten

und 8 Secunden, und das zweitemal in 2 Stunden 6 Minuten und 49 Secunden. Die Schnelligkeit des Dampfwagens war an verschiedenen Theilen des Weges verschieden: die größte Schnelligkeit betrug mehr als 29 englische Meilen in einer Stunde und die geringste ungefähr 11½ englische Meilen in der Stunde. Die mittlere Schnelligkeit auf der ersten Fahrt betrug also 13,4 Meilen in der Stunde und auf der andern 14,2 Meilen in der Stunde. Dieses war die einzige Dampfmaschine, welche die vorbeschriebene Strecke vollständig zurücklegte, und die anderen wurden durch Zufälle abgehalten, die ihnen während des Versuches begegneten. Der Sanspareil legte die Strecke zwischen den Stationen achtmal zurück, im Ganzen 22½ englische Meilen in 1 Stunde 37 Minuten und 16 Secunden. Die größte Schnelligkeit dieser Maschine betrug etwas weniger als 23 englische Meilen in der Stunde. Der Novelty hatte die Station nur zweimal zurückgelegt, als der Kessel einen Leck bekam und dem Versuch ein Ende machte.

§. 91.

Bei Erbauung dieser Maschinen kam es hauptsächlich darauf an, mit hinlänglicher Leichtigkeit die größt mögliche Heizkraft zu verbinden. Das Feuer wirkt nämlich auf zweierlei Weise auf's Wasser, nämlich 1) durch seine strahlende Wärme und 2) durch den Strom erwärmter Luft, welche durchs

Feuer zieht und endlich in den Schlot übergeht. Um diesen Zweck zu erreichen, muß man deßhalb diesen beiden Quellen der Wärme die größtmögliche Quantität von in Berührung mit dem Wasser stehender Oberfläche exponiren. Diese Zwecke wurden beim Rocket durch folgende bewundernswerthe Einrichtung erreicht.

Diese Dampfmaschine ist Fig. 65 abgebildet. Sie ruht auf vier Rädern; der größte Theil der Last ruht auf ein Paar Rädern, welche von der Maschine getrieben werden. Der Kessel besteht aus einem sechs Fuß langen Cylinder mit flachen Enden; an dem einen Ende ist der Schlot angebracht und am andern eine viereckige Kammer B, deren Boden den Rost enthält, auf welchen das Brennmaterial kommt. Diese Kammer hat noch einen eisernen Mantel, welcher drei Zoll weit absteht, im Lichten ist diese Kammer drei Fuß lang, zwei Fuß breit und drei Fuß tief. Der Mantel dieser Kammer steht nun mit dem unteren Theile des Kessels durch eine Röhre C und mit dem obern Theile desselben durch eine Röhre D in Verbindung. Wenn deßhalb Wasser in den Kessel kommt, so fließt es durch die Röhre C in den Raum zwischen dem Mantel und der Kammer des Heerdes, und steht in diesem Raume eben so hoch, als im Kessel. Wenn die Maschine arbeitet, wird der Kessel halb voll Wasser erhalten, und der Raum zwischen Mantel und Feuerkammer muß folglich ganz gefüllt

seyn. Der Dampf, welcher in dem Wasser erzeugt wird, welches den erwähnten Zwischenraum ausfüllt, entweicht durch die Röhre D und erhebt sich in den obern Theil des Kessels. Ein Durchschnitt der Maschine im rechten Winkel zu ihrer Länge, ist Fig. 66 gegeben. Durch den untern Theil des Kessels laufen eine Menge kupferner Röhren von geringer Größe, stehen an dem einen Ende mit dem Feuerraum, und am andern mit dem Schlot in Verbindung, so daß die erhitzte Luft durch diese Röhren aus dem Ofen nach dem Schlote zieht. Das flammende auf dem Rost liegende Brennmaterial zerstreut seine Wärme durch Ausstrahlung, wirkt auf diese Weise auf die ganze Oberfläche der den Feuerraum umgebenden Kammer und erhöht dadurch die Temperatur der dünnen Schicht Wasser zwischen dem Mantel und der Kammer. Da der größte Theil des Wassers innerhalb des Mantels tiefer liegt, als das Wasser im Kessel, so erhebt es sich, nachdem es erwärmt worden, in den Kessel, so daß eine beständige Circulation des erwärmten Wassers unterhalten wird, und das Wasser im Kessel muß nothwendig ziemlich bei derselben Temperatur, wie das Wasser innerhalb des Mantels, erhalten werden. Die Luft, welche durch das flammende Brennmaterial streicht und die Heerdkammer ausfüllt, wird vom Zug durch die Röhren geführt, die den untern Theil des Kessels durchsetzen, und da diese Röhren ringsum vom Wasser

des Kessels umgeben sind, so trägt diese Luft ihre Wärme durch diese Röhren auf's Wasser über. Sie tritt endlich in den Schlot über und wird durch den Zug in demselben empor geführt. Die Wirkung dieses Heitzapparates muß nothwendig von der Stärke des Zuges im Schlot abhängig seyn; und um diesen zu verstärken und zugleich den Dampf zu benutzen, nachdem er auf den Kolben gewirkt hat, so schlägt man ihn durch die Röhre L ab, welche vom Cylinder in den Schlot läuft, und hier ergießt er sich aus einem Mundstück, welches nach oben gewendet ist. Durch die Geschwindigkeit, mit welcher er aus diesem Mundstücke schießt, und bei seiner verhältnißmäßig großen Leichtigkeit, erzeugt er im Schlot eine Strömung nach oben und verstärkt dadurch den Zug des Ofens.

In Fig. 66 sind die Roststäbe auf dem Boden der Feuerkammer F angedeutet. Die Maschine hat zwei Dampfcylinder, von denen jeder ein Rad treibt. In Fig. 65 hat nur der eine Cylinder angegeben werden können, indem die Maschine den andern verdeckt. Die Radaxe wird durch Kurbeln, welche zu einander im rechten Winkel stehen, in Umdrehung gesetzt, und die Räder sitzen fest an derselben.

In dieser Dampfmaschine betrug die Oberfläche des die Feuerkammer umgebenden Wassers, auf welche die strahlende Wärme einwirkte, 20 Quadratfuß, und auf diese Fläche wirkte auch die Wärme mit ein, welche aus einer Oberfläche von

sechs Quadratfuß flammendem Brennmaterial auf den Roststäben entbunden wurde. Die der Wirkung der erhitzten Luft exponirte Oberfläche betrug 118 Quadratfuß. Die Maschine zog noch einen andern Wagen mit Brennmaterial und Wasser. Um die Raucherzeugung zu vermeiden, bestand das Brennmaterial aus abgeschwefelten Steinkohlen.

§. 92.

Der Sanspareil des Hrn. Hackwort ist Fig. 67 dargestellt und im horizontalen Durchschnitte Fig. 68.

Der Zug im Ofen wird auf dieselbe Weise, wie im Rocket hervorgebracht, indem man nämlich den benutzten Dampf aus dem Cylinder in den Schlot streichen läßt; der Kessel weicht indessen bedeutend von demjenigen des Rocket ab. Durch den Kessel läuft eine auf sich selbst umgebogene Röhre, ziemlich derjenigen ähnlich, die bereits bei der ersten Dampfmaschine der HHrn. Trevithick und Vivian beschrieben worden ist. In Fig. 68 bezeichnet D die Oeffnung des Ofens am Ende des Kessels neben dem Schlot. Bei A sieht man die Roststäbe, welche das flammende Brennmaterial tragen; und eine gekrümmte, durch den Kessel laufende und im Schlote endigende Röhre ist durch B angedeutet, und die Richtung des Zuges durch einen Pfeil; C ist der Durchschnitt des Schlotes. Die Dampfcylinder liegen, wie beim Rocket, zu

beiden Seiten des Kessels; jeder treibt ein besonderes Rad, wirkt aber auf Hebel, die im rechten Winkel zu einander stehen. Die Röhre, in welcher der Rost und der Heitzkanal liegen, nimmt an Durchmesser ab, indem sie sich dem Schlote nähert. An demjenigen Ende derselben, wo der Rost angebracht ist, hat sie zwei Fuß Durchmesser und nimmt dann allmählig ab, so daß ihr Durchmesser am Schlote nur 15 Zolle beträgt. Die Roststäbe haben 5 Fuß Länge. Die Wasseroberfläche, auf welche die strahlende Wärme des Feuers einwirkt, beträgt 16 Quadratfuß, und diejenige, auf welche die erwärmte Luft und die Flamme einwirkt, an 75 Quadratfuß. Der Rost, oder die mit flammendem Brennmaterial, welches Wärme ausstrahlt, bedeckte Fläche beträgt 10 Quadratfuß.

§. 93.

Der Novelty der HHrn. Braithwaite und Ericson ist Fig. 69 dargestellt, und Fig. 70 liefert einen Durchschnitt des Dampferzeugers und Kessels. Die entsprechenden Theile sind die beiden Figuren mit denselben Buchstaben bezeichnet.

A ist der Dampferzeuger oder die Kammer, die den Dampf aufnimmt, durch welchen die Maschine getrieben wird. Sie steht in Verbindung mit einem tiefer gelegenen Dampferzeuger B, welcher in horizontaler Richtung die ganze Länge des Wagens einnimmt. Im Dampferzeuger A ist der

Heerd F enthalten, welcher mit einer Röhre C in Verbindung steht. Diese Röhre läuft durch den Dampferzeuger und ist oben mit einem Schieber verschlossen, der die Luft ausschließt und nur geöffnet wird, um dem Roste F frisches Brennmaterial zu geben. Der Heerd ist nicht, wie gewöhnlich, unter dem Roste für den Zutritt der atmosphärischen Luft geöffnet, sondern steht durch die Röhre E mit einem Gebläse D in Verbindung, welches durch die Maschine in Thätigkeit gesetzt wird und durch die Röhre E einen ununterbrochenen Luftstrom in das Brennmaterial auf dem Roste F treibt, so daß eine lebhafte Verbrennung unterhalten wird. Die erhitzte, im Heitzapparat F befindliche Luft wird mittelst derselben Kraft durch eine enge gekrümmte Röhre e e e getrieben, welche wie ein Schlangenrohr, in dem horizontalen Dampferzeuger angebracht ist, allmählig bis auf sehr kleine Dimensionen sich verengert und endlich in den Schlot G übertritt. Während die Luft durch diese Röhre streicht, theilt sie dem umgebenden Wasser Wärme mit und tritt ziemlich abgekühlt in den Schlot über. Der Dampfcylinder K treibt ein Paar Räder mittelst eines Glockenarmes (Glockenzuges) und das andere Paar Räder wird, sobald es sich nothwendig macht, mit denselben verbunden.

In dieser Dampfmaschine beträgt die Oberfläche des flammenden Brennmateriales auf den Roststäben weniger als zwei Quadratfuß; die der

strahlenden Wärme exponirte Oberfläche beträgt 9½ Quadratfuß; und die Wasseroberfläche, auf welche die erhitzte Luft einwirkt, beträgt etwa 33 Quadratfuß.

Der Vorzug des Rocket ist hauptsächlich der größern Wasseroberfläche zuzuschreiben, auf welche das Feuer einwirkt. Bei einer geringern Fläche von Roststäben, als der Sanspareil besitzt, (das Verhältniß stellt sich wie 3 zu 5) exponirt er eine größere Wasseroberfläche der Einwirkung der strahlenden Wärme (dieses Verhältniß stellt sie wie 4 zu 3); und eine größere Wasseroberfläche der Einwirkung der erhitzten Luft (in einem Verhältnisse von mehr als 3 zu 2). Man fand, daß der Rocket im Vergleich zum Sanspareil, um eine gegebene Quantität Wasser in Dampf zu verwandeln, Brennmaterial im Verhältnisse von 11 zu 28 consumirte. Die Idee, erhitzte Luft mittelst Röhren durchs Wasser in den Schlot zu leiten, rührt von Hrn. Booth, dem Schatzmeister der Liverpool- und und Manchester-Eisenbahn-Compagnie her, und nichts hat in der That mehr zur Wirksamkeit der seit dieser Zeit gebräuchlichen Dampfmaschinen beigetragen, als diese Verbesserung. Es ist sehr zu bedauern, daß der sinnreiche Urheber dieses Gedankens keinen von den Vortheilen geärndtet hat, auf welche ein Patentträger mit Recht hätte Anspruch machen können. *)

---

*) Hr. Booth empfing einen Theil der 500 Pfund betra-

§. 94.

Der Hauptzweck, welcher mit den Kesseln dieser Dampfmaschinen erreicht werden soll, besteht darin, eine kleine Quantität Wasser mittelst einer kleinen Quantität Brennmaterial im lebhaftesten Zustande der Verbrennung bei einer sehr hohen Temperatur zu erhalten. Um dieses zu erreichen, muß man zuerst dem Kessel, dem Feuerheerd und den Heitzkanälen eine solche Gestalt geben, daß das Wasser mit einer möglichst großen Oberfläche in Berührung steht, von welcher jeder Theil entweder die unmittelbare Wirkung des Feuers durch strahlende Wärme, oder die mittelbare durch die im Feuer erhitzte Luft erfährt, welche zuletzt in den Schlot streicht; und zweitens muß man im Ofen einen so starken Zug unterhalten, daß aus dem Brennmateriale durch die Verbrennung hinlängliche Wärme entbunden wird, um das Wasser bei der erforderlichen Temperatur zu erhalten und den Dampf mit hinlänglicher Schnelligkeit zu erzeugen. Um nun diese Zwecke zu erreichen, muß die den Rost einschließende Kammer völlig vom Wasser umgeben seyn und unter dem Niveau des

---

genden Prämie, hat aber nicht den geringsten Antheil an dem Gewinn, den die Manufactur dieser Dampfmaschine einbringt. Bei dem gegenwärtigen Zustande der Patentgesetze hielt er es nicht für räthlich, ein Patent zu nehmen.

Wassers im Kessel liegen. Die Oberfläche, auf welche die strahlende Wärme einwirkt, muß so ausgebreitet seyn, als es sich nur mit der ganzen Größe der Maschine vertragen will. Der Vorzug, welchen der Rocket in diesen Hinsichten im Vergleich zu den andern Maschinen behauptete, ist ganz augenfällig.

Es muß ferner die Wärme, welche die Luft verschluckt, während sie durch's Brennmaterial streicht und es im Zustande der Verbrennung erhält, wieder an das Wasser abgetreten werden, ehe die Luft in den Schlot übergeht. Da die Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, so muß man diese Aufgabe dadurch zu lösen suchen, daß man sie in den Heitzkanälen auf eine möglichst große Oberfläche, welche mit dem Wasser in Berührung steht, einwirken läßt. Keine Einrichtung dürfte nun wohl weniger hierzu geeignet seyn, als eine oder zwei weite Röhren, welche durch den Kessel laufen, wie man sie in den ersten sich fortbewegenden Dampfmaschinen anwendete. Die Masse Luft, welche durch die Mitte dieser Röhren strich, kam mit der innern Oberfläche derselben nicht in Berührung und strich folglich ziemlich bei derselben Temperatur, mit welcher sie den Heerd verlassen hatte, in den Schlot. Nur diejenige Portion Luft, welche die Seiten der Röhre berührte, trat ihre Wärme an's Wasser ab.

Es bieten sich mehrere Verfahrungsarten dar,

um die Oberfläche des Wassers zu vermehren, welche mit einer gewissen Quantität durchstreichender Luft in Berührung steht. Dieses läßt sich bewirken, wenn man die Luft zwischen nahe aneinander liegenden Platten durchstreichen läßt, so daß der Strom in dünne Schichten getheilt wird, und zwischen denselben Wasserschichten sich befinden. Oder man kann die Luft zwischen concentrischen Röhren durchstreichen lassen, die nur wenig im Durchmesser von einander verschieden sind, dergestalt, daß das Wasser die innere Röhre ausfüllt und auch mit der äußern Oberfläche der äußern Röhre in Berührung steht. Eine solche Vorrichtung hätte dem Principe nach Aehnlichkeit mit dem Dampfgehäuse oder Dampfmantel der Watt'schen Dampfmaschinen, oder mit dem Condensator an Cartwright's Dampfmaschinen, die wir bereits beschrieben haben. Berücksichtigt man aber, wie leicht Röhren von schwachem Caliber verfertigt und in den Kessel gelegt werden können, so möchte dieses Mitiel in der Praxis im Ganzen vielleicht am besten seyn, obschon die Gestalt einer Röhre, geometrisch genommen, am ungünstigsten ist, um ihrem Inhalte eine große Oberfläche zu verleihen. Wenn die Luft, welche aus dem Heitzraume kommt, indem sie in den Kessel übergeht, durch eine große Zahl sehr enger Röhren zertheilt wird, so muß sie an das Wasser alle überflüssige Wärme abtreten, bevor sie in den Schlot gelangt. Dieses ist nun

alles, was die am besten durchdachte Einrichtung nur zu bewerkstelligen vermag. Durch den Kessel des Rocket laufen 25 Röhren von drei Zoll Durchmesser; und dieser Grundsatz ist seit der Zeit in weit größerem Umfang angewendet worden.

Entzieht man der Luft, ehe sie den Schlot erreicht, ihre sämmtliche Wärme, so entspringt daraus eine Schwierigkeit, die auf den ersten Blick unübersteiglich scheint: der Schlot verliert nämlich alle Zugkraft. Diese Schwierigkeit wurde indessen dadurch beseitigt, daß der im Dampfcylinder benutzte Dampf noch angewendet wurde, um einen Zug hervorzubringen. Er wurde nämlich, wie in Stephenson's früheren Dampfmaschinen, durch ein im Schlote aufwärts gewendetes Mundstück getrieben, daß er in dieser Richtung hinlänglichen Zug für den Ofen erzeugte.

Man wird bemerken, daß der Zug in dem Novelty nach einem ganz andern Princip erzeugt wird, nämlich durch ein Gebläse, welches die Maschine selbst in Thätigkeit setzt. Es fragt sich nun, in Bezug auf diese beiderlei Mittel, ob mehr Kraft verloren geht, wenn man den Dampf, wie es im Rocket der Fall ist, durch das Mundstück treibt, oder wenn man, wie bei dem Novelty, ein Gebläs von der Maschine in Thätigkeit setzen läßt. Die nöthige Kraft, um den Dampf durch's Mundstück zu treiben, giebt der Niedergang des Kolbens, und es wird folglich dem Nutzeffect soviel Kraft entzo-

gen. Die Kraft dagegen, welche erforderlich ist, um das Gebläse des Novelty in Thätigkeit zu setzen, muß von der Nutzkraft der Maschine abgezogen werden. Ich bin der Meinung, daß ersteres Mittel bei größerer Ersparniß einen bessern Effect giebt.

Die Wichtigkeit dieser einzelnen Umstände wird erst einleuchtend, wenn man in Erwägung zieht, daß in dem Vermögen innerhalb einer gegebenen Zeit, eine gewisse Quantität Dampf zu erzeugen, für die sich fortbewegenden Dampfmaschinen die einzige Grenze der zu erlangenden Geschwindigkeit liegt. Jeder Zug des Kolbens bewirkt einen Umgang der Räder und consumirt zwei Cylinder voll Dampf; folglich entspricht ein Cylinder voll Dampf einer gewissen Zahl von Füßen auf der zurückgelegten Wegstrecke. Deßhalb ist die schnelle und reichliche Erzeugung eines Vorrathes von Wärme und die schnelle und wirksame Absetzung dieser Wärme an's Wasser der Schlüssel zur Lösung der Aufgabe, eine Dampfmaschine zu bauen, die einer geschwinden Fortbewegung fähig ist.

Das Verfahren, den Canal für den Abzug der heißen Luft in Röhren zu zertheilen, wurde von Stephenson, nach Erbauung des Rocket, noch weiter getrieben; und das Princip war in der That so einleuchtend, daß man sich wirklich wundern muß, warum nicht gleich das erstemal Röhren von geringerem Durchmesser, als drei Zoll, genommen

worden sind. In den seit der Zeit erbauten Maschinen wechselt die Zahl der Röhren zwischen 90 und 100, der Durchmesser derselben beträgt zwei Zoll, oder noch weniger, und in einigen Fällen sind sogar 150 Röhren von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser angewendet worden. Im Meteor wirkt die strahlende Wärme auf 20, und die erhitzte Luft auf 139 Quadratfuß Oberfläche; im Arrow wirkt die strahlende Wärme auf 20, und die erhitzte Luft auf 145 Quadratfuß Oberfläche. Die größere Ersparniß an Brennmaterial, welche auf diese Weise erlangt worden ist, ergiebt sich aus folgender Tabelle, welche die Consumtion des Brennmateriales enthält, das erforderlich war, um in jedem der vier Dampfwagen eine Tonne Last 1 englische Meile weit zu fahren; es ist zugleich auch die Geschwindigkeit der Bewegung angegeben: —

Dampfmaschinen.	Betrag der englischen Meilen, welche in der Stunde zurückgelegt wurden, nach einem mittlern Durchschnitte	Consumtion an abgeschwefelten Steinkohlen auf die Tonne per engl. Meile in Pfunden.
N°. 1. Pocket	14	2,41
= 2. Sanspareil	15	2,47
= 3. Phönix	12	1,42
= 4. Arrow	12	1,25

§. 95.

Seit der Zeit, wo die Eisenbahnen für die Zwecke des Transportes eröffnet worden sind, haben die ortsverändernden Dampfmaschinen in ihrer Verbesserung beständig Fortschritte gemacht. Kaum ein Monat ist vergangen, ohne eine Veränderung in den einzelnen Theilen zu bringen, wodurch Brennmaterial erspart, eine raschere Dampferzeugung erlangt, die Abnutzung der Maschine geringer, die verhältnißmäßige Stärke der verschiedenen Theile besser, oder irgend ein anderer wünschenswerther Zweck erreicht wird. Die Folge davon ist gewesen, daß die speciellen Maschinen, deren wir gedacht haben, und andere derselben Classe, ohne so zu sagen ihr natürliches Leben ausgelebt zu haben, oder ohne durch Arbeit abgenutzt worden zu seyn, bei Seite gelegt worden sind, um andern von größern Kräften Platz zu machen. Dadurch, daß die Dampfcylinder am Rocket und den Maschinen ähnlicher Form der Atmosphäre ausgesetzt waren, entstand ein großer Verlust an Wärme, und es wurde deßhalb beschlossen, sie von der Außenseite des Kessels zu entfernen, und unmittelbar unter dem Schlot in ein Gehäuse zu bringen. Dieses wurde durch seine Nähe am Ende des Kessels, mehr aber noch durch den Strom erhitzter Luft, welcher beständig aus den Röhren einströmte, nothwendig warm erhalten.

Diese Veränderung führte eine andere herbei,

wodurch die Maschine in ihrer Wirkung verbessert wurde. Bei den früheren Maschinen wurde die Bewegung des Kolbens dem Rade durch eine Verbindunsstange mitgetheilt, welche an einer der Speichen auf der Außenseite des Rades, wie in Fig. 65 angegeben ist, befestigt war. Durch die eben gedachte Veränderung wurde, nachdem die Cylinder unter dem Schlote zwischen den Rädern lagen, diese Art, die Räder zu treiben, unanwendbar, und man hielt es für besser, die Kolbenstangen mit zwei Krummzapfen zu verbinden, die in rechten Winkeln zueinander an den Axen der großen Räder saßen. Dadurch wurde nun das Treiben der Räder gleichförmiger und verursachte weniger Stöße, als bei der frühern Einrichtung. Auf der andern Seite wurde durch die Anwendung einer Axe mit Krummzapfen ein schlimmer Nachtheil herbeigeführt. Die Schwäche, welche nothwendig mit einer solchen Form einer Axe verbunden seyn mußte, konnte nur durch große Dicke und Last des Metalles ausgeglichen werden; und selbst diese Vorkehrung verhindert es doch nicht, daß solche Axen in den Winkeln der Krummzapfen nicht manchmal brechen. Die Vortheile, welche die Anwendung des Krummzapfens gewährt, sind indessen überwiegend.

An den gegenwärtig gebräuchlichen sehr verbesserten Dampfwagen hat der Kessel zwei Sicherungsventile, von denen eins für den Maschinenwärter gänzlich verschlossen ist. Die Röhren sind

kleiner und zahlreicher, als in den frühern Maschinen, und die erhitzte Luft tritt die Wärme weit vollständiger an das Wasser ab, ehe sie den Schlot erreicht. Bei den engen Röhren macht sich ein starker Zug weit nöthiger, als sonst, und man erlangt denselben dadurch, daß man den Dampf, nachdem er auf die Kolben gewirkt hat, durch eine Menge aufwärts gerichteter Mündungen in den Schlot treibt. Je nachdem nun dieses gehörig regulirt wird, läßt sich jeder Grad des Zuges erlangen.

Eine der am meisten verbesserten, gegenwärtig im Gang befindlichen Dampfmaschinen ist Fig. 71 abgebildet.

A A ist der cylindrische Kessel, durch dessen untere Hälfte, wie im Rocket, Röhren laufen. Ihre Zahl beträgt gewöhnlich 80 bis 100 und ihr Durchmesser $1\frac{1}{2}$ Zoll. Der Kessel ist ungefähr 7 Fuß lang, und die Kammer für den Heitzapparat am Ende desselben, wie im Rocket und auch von ähnlicher Construction, bei F angebracht. Die Dampfcylinder liegen in einer Kammer am andern Ende unmittelbar unter dem Schlot. Die Kolbenstangen werden in ihrer horizontalen Lage durch Leiter unterstützt; und Verbindungsstangen laufen von ihnen unter die Maschine an die beiden Krummzapfen, durch welche die Axe der großen Räder in Bewegung gesetzt wird. Die Wirkungen einer Unebenheit der Fahrstraße werden durch Federn

aufgehoben, auf welchen die Maschine ruht. Diese Federn liegen unter der Axe der großen Räder und über der Axe der kleinern. Mittelst der gewöhnlichen Schiebeladenventile, welche ihre Steuerung durch eine excentrische Scheibe an der Axe der großen Wagenräder erhalten, wird der Dampfzufluß in die Cylinder geöffnet und gesperrt. Diese excentrische Scheibe trägt die Bewegung durch Zugstäbe auf das Ventil über. Der Wärter der Maschine hat seinen Stand am Ende derselben, am Heitzapparat F; und zwei Hebel L L, welche man an diesem Ende bemerkt, stehen mit den Ventilen durch ein Gestänge in Verbindung, durch welches die Maschine regiert wird, so daß man die Bewegung derselben hemmen, oder umkehren kann.

Die Räder dieser Maschinen sind gewöhnlich aus Holz gemacht, mit starken eisernen Reifen beschlagen und mit Seitenstücken (Flantschen) versehen, die zum Gleis der Eisenbahn passen. Aber Hr. Stephenson hat neuerdings in einigen Fällen eiserne Räder mit hohlen Speichen angewendet. Die Maschine zieht hinter sich einen Munitionswagen mit Brennmaterial und Wasser; und wenn sie eine geringe Last zu ziehen hat, so kann sie die ganze Reise von Liverpool nach Manchester, ohne frisches Wasser einzunehmen, machen. Hat sie eine schwere Last von Waaren zu ziehen, so pflegt sie gewöhnlich Wasser auf den halben Weg einzunehmen.

§. 96.

Ueberblickt man alles, was bereits gesagt worden ist, so wird man finden, daß die Wirksamkeit der auf dieser Eisenbahn angewendeten Dampfmaschinenwagen hauptsächlich auf drei Umständen beruht, nämlich:

1) Auf der unbegrenzten Zugkraft des Ofens, indem man den benutzten Dampf in den Schlot streichen läßt;
2) auf der unbeschränkten Wärmeentziehung, welche nach Hrn. Booth's sinnreicher Anordnung von Röhren im Kessel stattfindet, während die erhitzte Luft durch diese Röhren streicht;
3) auf dem Warmhalten der Cylinder, indem man sie in eine Kammer unter dem Schlot bringt.

Es giebt noch eine Menge minder wichtige Umstände, die ebenfalls beifällig erwähnt werden könnten, aber erstere bilden die Hauptpunkte der Verbesserungen und sollten nicht einen Augenblick von solchen, die Dampfmaschinenwagen auszuführen gedenken, aus dem Auge verloren werden.

Die successiven Verbesserungen an den Dampfmaschinen, deren wir bereits mehrere erwähnt haben, hat eine entsprechende Vermehrung ihres Nutzeffectes und Ersparniß an Brennmaterial zur Folge gehabt; und sie sind jetzt bis zu einem Punkte gediehen, welcher die früheren und kühnsten Erwartungen ihrer Erbauer weit übersteigt, indem

sicher an der Vollkommenheit, deren diese wunderbaren Maschinen fähig sind, wenig mehr fehlt.

Neuerlich hatte ich mehrmals Gelegenheit, durch die Güte der Directoren der Eisenbahn ein Zeuge der Leistungen zu seyn und die Beschaffenheit der besten, jetzt im Gebrauch befindlichen Maschinen zu untersuchen. Es wird vielleicht genügend seyn, wenn ich hier die näheren Umstände von drei Versuchen mittheile, deren Resultate diejenigen jedes früheren Versuches, meines Erachtens, übertroffen haben, und für deren Richtigkeit ich bürgen kann.

Erster Versuch.

Sonnabends den 5. Mai fuhr der Dampfmaschinenwagen, Namens Victory, 20 mit Gütern beladene Wagen von 92 Tonnen 19 Centnern 1 Quarter *) Brutto-Gewicht sammt dem Begleitwagen, welcher Brennmaterial und Wasser enthielt, und dessen Gewicht mir unbekannt ist, von Liverpool nach Manchester (eine Entfernung von 30 englischen Meilen) in 1 Stunde 34 Minuten 45 Secunden. Auf dem halben Wege hielt der Zug 10 Minuten lang an, welche Zeit in obiger Angabe nicht mit eingeschlossen ist, um Wasser

*) Der Quarter oder Viertelscentner beträgt 28 Pfund englisch.

einzunehmen. Auf der geneigten Ebene, die auf 96 Fuß um 1 Fuß steigt und 1½ englische Meilen lang ist, wurde der Dampfmaschinenwagen von einem andern, Namens Samson unterstützt und die Steigung binnen 9 Minuten zurückgelegt. Bei der Abfahrt war der Feuerraum gut mit abgeschwefelten Steinkohlen beschickt, und der Vorrath dieses Brennmateriales auf dem Begleit- oder Munitionswagen genau gewogen worden. Bei der Ankunft in Manchester wurde der Feuerraum abermals gefüllt und der Rest des Brennmateriales auf dem Begleitwagen gewogen. Die Consumtion betrug 929 Pfund netto, so daß auf die Tonne für die Meile ⅓ Pfund kam.

Die Geschwindigkeit auf ebenem Wege betrug 18 englische Meilen in der Stunde; an einer Löschung von 4 Fuß auf eine Meile, 21½ englische Meilen in der Stunde; an einer Löschung von 6 Fuß auf eine Meile, 25½ Meilen in der Stunde; an der Steigung über Chatmoß von 8 Fuß auf die Meile, 17⅝ Meilen in der Stunde; auf ebenem, vor Wind geschütztem Boden, 20 Meilen in der Stunde. Der Wind war mäßig, wehte aber gerade entgegen. Die Treibräder rutschten dreimal an der Steigung von Chatmoß, und der Zug wurde zwei bis drei Minuten dadurch aufgehalten.

Der Dampfmaschinenwagen war bei dieser Gelegenheit weder vor, noch nach der Reise unter-

sucht worden, sondern man nahm an, daß er in gutem arbeitsfähigem Zustande sey.

Zweiter Versuch.

Dienstags den 8. Mai machte derselbe Dampfwagen dieselbe Reise mit 20 Lastwagen von 90 Tonnen 7 Centnern 2 Quarters Brutto-Gewicht, mit Ausschluß des nicht gewogenen Begleitwagens. Er machte die Reise in 1 Stunde 41 Minuten. Er consumirte 1040 Pfund netto Gewicht abgeschwefelte Steinkohlen, was, wie bei dem vorigen Versuch, ermittelt wurde. Die Geschwindigkeit betrug:

Auf ebenem Weg	$17\frac{5}{8}$	Meilen in der Stunde.
An einer Löschung von 4 Fuß auf die Meile . .	22	— — —
An einer Löschung von 6 Fuß auf die Meile . .	$22\frac{1}{2}$	— — —
An einer Steigung von 8 Fuß auf die Meile . .	15	— — —

Bei dieser Gelegenheit wehte der Maschine ein starker Seitenwind entgegen, und die Verbindungsstange wurde glühend, weil sie zu fest angeschlossen worden war. Als wir in Manchester angelangt waren, ließ ich die Dampfcylinder öffnen, und es

ergab sich eine so lockere Beschaffenheit der Kolben, daß der Dampf mit großer Heftigkeit durch den Cylinder blies. Eben dadurch war der Maschine ein Theil ihrer Kraft während der Reise entzogen worden, und dieser Umstand erklärt die geringe Abnahme an Geschwindigkeit und die grösere Consumtion von Brennmaterial bei einer leichtern Belastung auf dieser Reise im Vergleiche zu derjenigen, welche sie am 5. Mai machte.

Der Dampfwagen Namens Victory wiegt 8 Tonnen 2 Centner, und 5 Tonnen 4 Centner dieser Last ruhen auf den hinteren Rädern. Die Cylinder haben 11 Zoll Durchmesser, 16 Zoll Kolbenhub, und der Durchmesser der hintern Räder beträgt 5 Fuß.

Dritter Versuch.

Den 29. Mai wurde der Dampfwagen, Namens Samson (er wog 10 Tonnen 2 Centner; der Cylinder desselben hatte 14 Zoll Durchmesser und 16 Zoll Kolbenhub; die Räder hatten 4 Fuß 6 Zoll Durchmesser, und beide Paare wurden von der Maschine getrieben; der Dampf drückte mit einer Kraft von 50 Pfund auf den Quadratzoll; der Kessel hatte 130 Röhren) mit 25 beladenen Lastwagen in Verbindung gesetzt, welche an 150 Tonnen netto, dagegen mit Einschluß der Wagen, des Begleitwagen u. s. w. 223 Tonnen 6 Centner

brutto wogen. Der Maschinenwagen legte mit dieser Last die Strecke von Liverpool nach Manchester in 2 Stunden und 40 Minuten, mit Ausschluß des Aufenthaltes unterwegs, um Wasser einzunehmen u. s. w., zurück, und seine Geschwindigkeit betrug also ziemlich 12 englische Meilen in der Stunde. Je nach den geneigten Stellen der Eisenbahn war die Geschwindigkeit verschieden. Auf ebener Straße betrug sie 12 englische Meilen in der Stunde; an einer Löschung von 6 Fuß auf die Meile, 16 Meilen in der Stunde; an einer Steigung von 8 Fuß auf die Meile, etwa 9 Meilen in der Stunde. Die Witterung war ruhig, und die Gleise sehr naß, aber selbst bei der geringsten Geschwindigkeit rutschten die Räder nicht, ausgenommen bei der Abfahrt, weil die Gleise an dieser Stelle schmutzig und schlüpfrig von dem Schlamme waren, wie es an solchen Stationen immer der Fall zu seyn pflegt. Auf dieser Reise waren mit Einschluß der Quantität, die bis zur Dampfbildung verwendet worden war, 1762 Pfund abgeschwefelte Steinkohlen consumirt worden, so daß also auf die Tonne $1/4$ Pfd. für die Meile kommt.

§. 97.

Aus obigen Versuchen erhellt, daß ein Dampfwagen in gutem arbeitsfähigen Zustande mit seiner vollen Belastung im Stande ist, Lasten zu transportiren mit einem Aufwande von 4 Unzen ab-

geschwefelten Steinkohlen auf die Tonne für die englische Meile. Die Bedienung, welche sich auf der Reise nöthig macht, besteht aus einem Maschinenwärter und einem Burschen, welcher den Kesselheerd beschickt. Ersterer bekommt 1 Sch. 6 P. und letzterer 1 Sch. für je 30 englische Meilen. Man muß indessen in Erwägung ziehen, daß nur in seltenen Fällen diesen Dampfwagen ihre volle Belastung gegeben werden kann; und wenn kleinere Lasten transportirt werden, so müssen die verhältnißmäßigen Kosten aus einleuchtenden Gründen größer seyn. Während des letzten Winters betrugen die Lasten, welche durch Maschinenwagen, wie z. B. der Victory, transportirt wurde, ungefähr 35 Tonnen; in neuerer Zeit hat der Gütertransport beträchtlich zugenommen, und gegenwärtig ist die gewöhnliche Belastung, welche mit Beihülfe eines anderen Dampfwagens an der geneigten Ebene (Steigung) transportirt wird, wie man mir gesagt hat, 100 Tonnen brutto.

§. 98.

Nachdem die Kraft und Leistung dieser Dampfwagen auseinandergesetzt worden ist, sollen auch einige ihrer Mängel angegeben werden.

Die großen Anschaffungskosten und der beträchtliche Aufwand, um die auf der Eisenbahn fahrenden Dampfwagen in Bau und Besserung zu erhalten, haben den Hülfsquellen der Unterneh-

mung großen Abbruch gethan. Einer der besten Dampfwagen nach neuer Bauart kömmt gegen 800 Pfd. Sterl. zu stehen, ein Preis, welcher sehr hoch erscheinen muß, selbst wenn man die Schwierigkeiten, mit denen die Maschinenbauer bei der Ausführung neuer Arten von Maschinen zu kämpfen haben, sehr hoch anschlägt. Man darf wohl hoffen, daß in Folge der Anregung, welche die Concurrenz gewährt, der Fertigkeit, welche praktische Uebung und die Ausführung einer grösern Zahl von Maschinen derselben Art erzeugt, dieser Preis sich bedeutend vermindern werde. Die Anschaffungskosten machen indessen noch lange nicht den Hauptaufwand aus. Die Abnutzung dieser Maschinen und das Zerbrechen derjenigen Theile, welche am meisten angestrengt werden, haben die Erwartung der Directoren gar sehr überstiegen. Obgleich diese Quelle des Aufwandes zum Theil daraus entspringt, daß die Maschinen bis jetzt noch nicht denjenigen Zustand der Vollkommenheit im richtigen Verhältniß und in der richtigen Stellung ihrer Theile erlangt haben, dessen sie fähig sind, was aber Erfahrung allein gewähren kann, so besitzen sie doch noch andere ganz offenbare Mängel, die augenblickliche Berücksichtigung erheischen.

Die Deckelstücke der cylindrischen Kessel sind eben und aus Eisen verfertigt, wie der ganze übrige Kessel. Die Röhren im Kessel sind aus Kupfer angefertigt und

in den ebenen scheibenartigen Boden des Kessels wasserdicht eingesetzt. Wenn der Kessel geheitzt wird, so dehnen sich die Röhren, wie man gefunden hat, in einem größern Grad aus, als die andern Theile des Kessels. Die Folge davon ist, daß die Röhren entweder an den Stellen, wo sie in den Kessel eingesetzt sind, locker werden und nicht luftdicht schließen, oder daß sie sich biegen, wenn sie nicht Raum finden, um sich auszudehnen. Deßhalb müssen nun diese Röhren beständig aus dem Kessel genommen und wieder wasserdicht eingesetzt werden. *)

Bekanntlich befindet sich der Feuerraum an dem einen Ende des Kessels unmittelbar unter den Mündungen der Röhren; streicht nun ein starker Luftzug durchs Feuer, so führt er auch Asche und ausgeglühte Kohlen in die Röhren und besonders in die untern, dem Brennmateriale zunächst liegenden. Dadurch nutzen sich aber diese Röhren

---

*) Diesem Mangel hat neuerdings Henry Briggs (Mechanic's Magazine Nro. 513) auf eine gründliche Weise abgeholfen, indem er an dem Ende einer jeden dieser Röhren und an demjenigen Ende des Kessels, an welchem sich der Rauchfang befindet, Schlußbüchsen anbrachte und dieselben gut geliedert erhielt, um dem Drucke widerstehen zu können. Auf diese Weise ist dem, in Folge der Ungleichheit in der Ausdehnung und Zusammenziehung entstehenden Nachtheil abgeholfen.

schnell ab, indem die ausgeglühten Kohlen beständig auf die innere Oberfläche derselben wirken. Nach kurzer Zeit müssen schon einzelne Röhren, je nachdem man sie schadhaft findet, durch neue ersetzt werden; und nicht selten tritt der Fall ein, daß die Röhren platzen, wenn dieser Punkt vernachlässigt wird. Nach einer gewissen Zeit muß die Dampfmaschine neue Röhren erhalten, was einen Aufwand von 70 Pf. Strl. verursacht, wenn man den Werth der alten Röhren dabei in Anschlag bringt. Diese schnelle Abnutzung der Röhren ließe sich wohl dadurch vermeiden, daß man den Feuerraum tiefer legte, um ihn von den Mündungen der Röhren weiter zu entfernen; oder noch besser, daß man zwischen den Feuerraum und diejenigen Röhren, welche von ausgebrannten Kohlen und Asche am meisten zu leiden haben, ein metallenes Gehäuse brächte, was mit Wasser gefüllt werden kann. Die ungleiche Ausdehnung der Röhren und der Kessel scheint ein unheilbarer Mangel zu seyn, wenn die gegenwärtige Form der Dampfmaschine beibehalten wird. Wenn der Feuerraum und der Schlot an dasselbe Ende des Kessels gebracht werden könnten, so daß die Röhren auf sich selbst umgebogen werden müßten, so würde alsdann die ungleiche Ausdehnung keine nachtheilige Folge haben, nur würde es schwierig werden, die Röhren zu reinigen, wenn, wie es gegenwärtig der Fall ist, glühende Asche in dieselbe geführt werden kann. Die nächste Quelle des Auf-

wandes entspringt aus der Abnutzung der Vorderseite des Kessels, welche der Einwirkung des Feuers ausgesetzt ist. Dieser Theil des Kessels verlangt deßhalb häufige Ausbesserungen, und bei manchen der jetzt gebräuchlichen Dampfwagen muß er sehr bald erneuert werden.

Manche Personen, welche die Vortheile der Eisenbahnen leugnen, besonders aber diejenigen der besonderen Art von Dampfwagen, von denen eben die Rede ist, haben behauptet, daß die Reparaturen eines solchen Dampfwagens jährlich 1500 Pf. Strl. betragen, und daß die Directoren jetzt Willens sind, diese Dampfwagen ganz aufzugeben und dafür entweder feststehende Dampfmaschinen, oder Pferdekraft anzuwenden. Die erste dieser Behauptungen anlangend, muß ich bemerken, daß die Reparaturkosten solcher Maschinen nie nach der Zeit, sondern vielmehr nach der geleisteten Arbeit, oder der zurückgelegten Wegstrecke gerechnet werden müssen. Ich habe neuerdings gefunden, daß die Dampfwagen eine Strecke von 25,000 bis 30,000 englischen Meilen zurücklegen, ehe neue Röhren eingezogen werden müssen. Während dieser Leistung müssen indessen zuweilen einzelne Röhren erneuert und andere Reparaturen vorgenommen werden, deren Kosten, wie man zuverlässig behaupten kann, die ersten Anschaffungskosten der Maschine nicht übersteigen. Die zweite Behauptung, daß die Eisenbahn-Compagnie feststehende Dampfmaschinen

oder Pferdekraft den Dampfwagen zu substituiren beabsichtige, ist ganz der Wahrheit entgegen. Welche Verbesserung an den Dampfwagen auch noch zu wünschen übrig bleiben, so haben die Directoren sicherlich nicht im Geringsten die Absicht, auf die eben bezeichnete Weise auf der Bahn der Verbesserungen rückwärts zu schreiten.

§. 99.

Die Vortheile, welche die Eisenbahnen gewähren, werden zum großen Theil durch die Schwierigkeit vermindert, die aus solchen Veränderungen des Niveaus entspringen, wie jede Straße sie nothwendig darbietet; aber bei den Eisenbahnen bringen diese Veränderungen des Niveaus aus ganz speciellen Gründen großen Nachtheil. Um sich die Natur dieser Schwierigkeiten erklären zu können, muß man das relative Verhältniß ins Auge fassen, welches zwischen der Zugkraft auf einer Ebene und auf einer geneigten Fläche nothwendig stattfindet. Auf einer ebenen Eisenbahn darf man die Zugkraft, welche nöthig ist, um irgend eine auf Räderfuhrwerk gelegte Last fortzubewegen, etwa dem $^1/_{240}$ der ganzen Last gleichschätzen, d. h. wenn eine Last von 240 Tonnen mittelst Räderfuhrwerk auf einer ebenen Eisenbahn fortbewegt werden soll, so werden die Zugriemen der Pferde, welche diese Last fortbewegen, mit einer Kraft gespannt, die einer Tonne gleichzusetzen ist. Da die Nothwendigkeit dieser

Zugkraft aus dem Mangel vollkommener Glätte in den Gleisen, ferner aus der Reibung der Räder und der Axe des Fuhrwerks entspringt, so muß sie immer dieselbe bleiben, die Eisenbahn mag eben oder geneigt seyn, und es ist folglich an einer geneigten Ebene (Steigung) dieselbe Zugkraft, und dann noch diejenige erforderlich, welche das Streben der Last, von der geneigten Ebene hinabzufallen, in Anspruch nimmt. Dieses letztere Streben steht immer im Verhältnisse der Elevation der Ebene zu ihrer Länge, d. h. eine Ebene, welche auf 100 Fuß um 1 Fuß steigt, verleiht einer Last von 100 Tonnen ein Streben, von der Ebene hinabzufallen, welches 1 Tonne gleichzusetzen ist, und fügt deßhalb zu der für eine solche Last auf horizontaler Ebene erforderlichen Zugkraft noch den Betrag einer Tonne hinzu. Eben so wird eine Steigung von 1 Fuß auf 240 Fuß einer Last von 240 Tonnen ein Streben verleihen, sich mit einer Tonne Kraft auf der geneigten Ebene hinab zu bewegen, und wird also außer der nöthigen Zugkraft, noch die Kraft von einer Tonne in Anspruch nehmen. Daraus ergiebt sich nun, daß wenn die Zugkraft auf horizontaler Ebene für 240 Tonnen 1 Tonne beträgt, eine Steigung von 1 Fuß auf 240 Fuß noch einmal so viel Zugkraft nöthig macht, als auf horizontaler Ebene erfordert wird. Auf gleiche Weise wird eine Steigung von 1 Fuß auf 240 Fuß oder von 1 Fuß auf 120 Fuß dreimal so viel Zugkraft er=

fordern, als auf horizontaler Ebene nöthig ist; und die Steigung von drei Fuß auf 240 oder von 1 auf 80 verlangt viermal so viel Zugkraft als auf horizontaler Ebene u. s. w.

Es ist deßhalb ganz einleuchtend, daß wenn eine Eisenbahn mittelst geeigneter Ebenen Wellenlinien bildet, die anzuwendende Bewegkraft, selbst wenn die Neigungen der Eisenbahn äußerst mäßig sind, von solcher Beschaffenheit seyn müsse, daß ihre Intensität, je nach der Elevation der vorhandenen Ebenen, in großem Grade gesteigert werden kann. Eine Ebene von 1 Fuß Steigung auf 80 Fuß läßt das Auge kaum eine Steigung bemerken, und dennoch muß die Zugkraft in einem vierfachen Verhältnisse vermehrt werden.

Es ist eine Eigenschaft der thierischen Kraft, daß ihre Energie innerhalb gewisser Grenzen willkührlich gesteigert werden kann, je nachdem es sich nöthig macht; aber die Intensität mechanischer Kraft läßt sich in dem oben vorliegenden Falle nicht auf eine so passende Weise verändern, oder dieses höchstens nur innerhalb sehr enger Grenzen.

Bei den auf Eisenbahnen angewendeten Dampfwagen hat man die Schwierigkeit, welche geneigte Ebenen darbieten, auf verschiedene Weise zu überwinden gesucht, wie wir jetzt näher erklären wollen.

1) Sobald der Dampfwagen am Fuße der Steigung anlangt, wird die Last getheilt, und der Dampfwagen fährt die einzelnen Abtheilungen hin-

auf, so daß er jedesmal ohne Belastung zurückkehrt. Gegen dieses Verfahren hat man den Vorzug eingewendet, der damit verbunden ist und beim Transporte von Passagieren allerdings berücksichtigt werden muß. Ist demnach der Dampfwagen für eine horizontale Ebene vollständig belastet, so muß man die Last in vier Theile theilen und einem nach dem andern die Steigung hinanschaffen, sobald sie 1 Fuß auf 80 beträgt. Auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester müßte die Fracht eines auf horizontaler Ebene vollständig belasteten Dampfwagens wenigstens in drei Theile getheilt und dieselben nach und nach die Steigung von 1 Fuß auf 96 hinaufgezogen werden. Dieses Verfahren ist manchmal beim Transporte schwerer Güterfrachten auf der genannten Eisenbahn angewendet worden.

2) Es kann aber auch am Fuße jeder Steigung ein Hülfsdampfwagen beständig bereit gehalten werden, um die verschiedenen Züge, so wie sie anlangen, mit hinaufziehen zu helfen. Der Einwand gegen dieses Verfahren sind die Kosten, welche damit verbunden sind, einen Dampfwagen mit seinem Kessel und mit Dampf von gehöriger Spannung beständig in Bereitschaft zu halten. Das Feuer müßte beständig unter dem Kessel brennen, er mag angewendet werden oder nicht, denn, wenn der Zug am Fuße der Steigung anlangt, müßte er sonst warten, bis der Hülfsdampfwagen in arbeitsfähigem Zustande sich befindet. In Fällen, wo Was-

genzüge zu bestimmten Stunden abfahren und anlangen, würde indessen dieser Einwand von geringem Gewichte seyn. Dieses Mittel wird gegenwärtig auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester zuweilen angewendet.

3) Man könnte auch eine feststehende Dampfmaschine auf dem Kamme der Neigung anbringen, um durch Seile den Wagenzug am Fuße der Steigung emporzuziehen. Eine solche Maschine würde im Stande seyn, einen oder zwei Wagenzüge zugleich sammt ihrem Dampfwagen auf die Höhe der geneigten Ebene zu ziehen, ohne den geringsten Verzug dabei zu verursachen. Dabei ist aber erforderlich, daß die feststehende Dampfmaschine beständig in arbeitsfähigem Zustand erhalten wird und der Dampf im Kessel beständig die nöthige Spannung besitzt.

Während der Dampfwagen auf horizontaler Ebene sich fortbewegt, läßt sich die Communication zwischen dem Kessel und dem Dampfcylinder durch theilweises Schließen des Drosselventiles dergestalt verengern, daß der Dampf einen weit geringern Druck auf den Kolben, als auf die innere Oberfläche des Kessels äußert. Wenn unter solchen Umständen ein hinlänglicher Druck auf den Kolben erlangt werden kann, um die Last auf horizontaler Ebene fortzubewegen, so kann man das Drosselventil öffnen, sobald es gilt, eine geneigte Ebene hinaufzufahren, so daß alsdann der Druck auf dem Kolben in

demselben Verhältnisse zunimmt, in welchem der Druck auf die Kesselwandung vorher größer war, als auf den Kolben. Wenn das Feuer lebhaft genug brennt, um die während der Auffahrt nöthige Quantität Dampf zu erzeugen, und wenn die Steigung nicht verhältnißmäßig größer ist, als die auf diese Weise gewonnene Kraft; so wird der Dampfwagen die Last längs der geneigten Fläche emporziehen, ohne eines Beistandes zu bedürfen. Es ist indessen zu bemerken, daß in diesem Falle die Belastung des Dampfwagens geringer seyn müsse als der Betrag, den die Anhaftung seiner Räder auf der Eisenbahn zu ziehen vermag, denn diese Anhaftung muß gleich seyn der Zugkraft derselben Last auf der geneigten Ebene; denn sonst werden sich, welchen Zufluß von Kraft man auch durch Oeffnung des Drosselventiles erlangt haben mag, die Hinterräder umdrehen, ohne die Last fortzubewegen. So ist man auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester beim Transport von Passagieren immer zu Werke gegangen, und dieses ist in der That das einzige bis jetzt entdeckte Mittel, welches mit der nöthigen Geschwindigkeit für diese Art des Verkehrs verträglich ist. Es wird dagegen eingewendet, daß man eine weit höhere Spannung des Dampfes im Kessel unterhalten müsse, als für die Fortbewegung der Last auf ebeneren Theilen der Bahn nöthig ist; und daß es schwierig sey, während der Dampfwagen die Stei-

gung hinauffährt, einen solchen Zug im Ofen zu unterhalten, daß die hinlängliche Quantität Dampf für die Maschine erzeugt wird.

5) Die mechanische Verbindung zwischen dem Kolben des Dampfcylinders und den Berührungspunkten der Treibräder mit der Eisenbahn kann bei der Ankunft an der Steigung so verändert werden, daß der Kolben eine größere Gewalt über die Treibräder bekommt. Dieses kann auf vielerlei Art geschehen, aber bis jetzt ist noch keine von solcher Einfachheit angegeben worden, daß sie in der Praxis angewendet werden kann; und wäre selbst ein Mittel angegeben worden, welches diesem Zweck entspräche, so müßte, wenn man die Intensität der Triebkraft nicht zu gleicher Zeit steigerte, eine nothwendige Folge davon seyn, daß die Geschwindigkeit der Bewegung gerade in demselben Verhältniß abnimmt, als die Gewalt des Kolbens über die Treibräder vermehrt wird. Auf der geneigten Ebene der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, welche um 1 Fuß auf 96 steigt, würde also die Geschwindigkeit bis auf weniger, als den dritten Theil ihres Betrages auf horizontaler Ebene vermindert werden.

Abgesehen von den Mitteln, welche angewendet werden, um auf geneigten Ebenen einer Eisenbahn bergan zu fahren, hat das Bergabfahren auf solchen Ebenen auch seine Schwierigkeiten. Die Bewegung wird alsdann durch die Schwerkraft be-

schleunigt, und wenn die Bewegung nicht verzögert werden kann, so erzeugt eine Abböschung von einer beträchtlichen Länge selbst bei geringer Elevation, eine Geschwindigkeit, die mit großer Gefahr verbunden seyn würde. Der Hemmschuh, dessen man sich beim Hinabfahren an abschüssigen Stellen auf Chausseen bedient, kann auf Eisenbahnen nicht angewendet werden, und die Anwendung von Bremsen an dem Kranze der Räder hat ebenfalls ihre große Schwierigkeit. Die Reibung, welche durch die rasche Bewegung des Rades erzeugt wird, entzündet in kurzer Zeit das Holz, und Eisen ist für diesen Zweck gar nicht anwendbar. Die Wirkung des Dampfes auf den Kolben kann umgekehrt werden, so daß der Bewegung der Räder entgegengewirkt wird, statt sie zu befördern; aber auch dieses ist mit besonderer Schwierigkeit verbunden.

Aus dem Vorausgeschickten ergiebt sich nun, daß bei unserer jetzigen Kenntniß beträchtliche Böschungen einer einträglichen Leistung auf einer Eisenbahn nachtheilig, und daß selbst geringe Böschungen mit großen Unbequemlichkeiten verbunden sind.*)

---

*) Bei Veränderungen des Niveaus auf Eisenbahnen könnte eine ähnliche Einrichtung wie die Schleusen in den Canälen angewendet werden. Der ganze Zug führe auf einer Plattform, die durch Maschinenwerk gehoben würde, und so müßten bei jeder Veränderung des Niveaus

§. 100.

Um die mächtigsten Wirkungen von den auf der Eisenbahn jetzt gebräuchlichen Dampfwagen zu erlangen, muß die Belastung jedes Dampfwagens sehr beträchtlich seyn, denn es ist nicht möglich, drei Dampfwagen dieser Art, von denen jeder eine Last von 30 Tonnen fortbewegt, mit denselben Kosten und mit demselben Effect herzustellen, als einen einzigen Dampfwagen, welcher 90 Tonnen fortbewegt. Deßhalb wird es aber begreiflicher Weise unbequem und schwierig, diese Dampfwagen für eine der einträglichsten Arten des Transportes, nämlich den Transport von Passagieren zu benutzen. Selbst zwischen Orten vom beträchtlichsten Verkehr kann man nicht für jede Reise so viele Passagiere erhalten, um einen solchen Dampfwagen auf der Eisenbahn in Gang zu erhalten. Eine Ladung von 120 Passagieren macht erst den sechsten Theil derjenigen Belastung aus, welche z. B. der Dampfwagen Victory mit einer Geschwindigkeit von 20 englischen Meilen in der Stunde transpor=

---

gleichsam Stufen von einem Niveau zum andern angebracht seyn, auf welche die Lasten mittelst irgend einer Kraft gehoben würden, deren man sich bedient, um Maschinen zu treiben. Der Nutzen in diesem Falle würde der seyn, daß die Wagenzüge immer für die Fortbewegung auf einer horizontalen Ebene eingerichtet werden könnten.

tiren kann.*) Die Schwierigkeit, eine so beträchtliche Menge von Personen zu einer bestimmten Stunde zusammenzubringen, um die Reise zu machen, liegt auf der Hand; und deßhalb bleibt weiter nichts übrig, um diese Schwierigkeit zu beseitigen, als denselben Dampfwagen, welcher Passagiere transportirt, auch Güter transportiren zu lassen, so daß die Güter, wenn es an hinlänglichen Passagieren fehlt, die nöthige Belastung vollmachen. Angenommen nun, daß ein ausreichender Verkehr in Gütern stattfindet, so können dergleichen Dampfwagen auf diese Weise mit der vollen Belastung abfahren, wie gering auch die Zahl der Passagiere seyn mag.

Die Erfahrung scheint zur Genüge dargethan zu haben, daß diejenige Form von Dampfwagen, welche Stephenson mit so vielem Erfolg gewählt hat, bei mäßigen Lasten nicht mit Nutzen angewendet werden kann, und ich glaube nicht, daß irgend

---

*) Bei Gelegenheit des Wettrennens zu Newton, 15 engl. Meilen von Liverpool entfernt, wurden zwei Dampfwagen nebst einem Zug Transportwägen gesendet, um die Zuschauer des Wettrennens nach Liverpool zurückzubringen. Ein Zufall bewirkte, daß der eine dieser Dampfwagen nicht benutzt werden konnte, und es wurden deßhalb beide Züge von Transportwagen an denselben Dampfwagen gehängt, so daß 800 Personen bei dieser Gelegenheit ungefähr in einer Stunde von diesem einzigen Dampfwagen nach Liverpool geschafft wurden.

eine künftige Verbesserung an dieser Maschine diesen Zweck erreichen werde. Wenn ich mich über die Versuche verbreiten werde, die gemacht worden sind, um Chausseen mit Dampfwagen zu befahren, will ich auch das Princip und die Struktur des von Gurney erfundenen Kessels erläutern, der sich meines Erachtens auch für Dampfwagen auf Eisenbahnen und besonders für Lasten von mäßigem Betrag gut eignen müßte. Die Directoren haben neuerdings den Befehl gegeben, eine Maschine dieser Art herzustellen, und ich zweifle nicht, daß sie bei dem Versuche für den Transport von Passagieren besser geeignet erfunden werden wird, als die gegenwärtig gebräuchlichen Dampfwagen.

§. 101.

Die Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester ist nun bereits 18 Monate lang für den Transport von Passagieren und Gütern benutzt worden, und die Ausführbarkeit der Speculation ist in commerzieller Hinsicht vollkommen bewiesen worden. Der Betrag des Gewinnes ist dagegen noch nicht ausgemittelt. Die damit verbundenen Unkosten sind dadurch sehr vermehrt worden, daß es an vorläufiger Erfahrung in der Construction tauglicher Dampfwagen gänzlich fehlte; und obschon keiner der erbauten Dampfwagen als gänzlich mißlungen betrachtet werden kann, so ist doch der Fortschritt der Verbesserungen so rasch gewesen,

daß die Compagnie sich genöthigt gesehen hat, Dampfwagen außer Cours zu setzen, nicht, weil sie weniger leisteten, als was von ihnen erwartet wurde, sondern weil andere auftraten, die mehr leisteten. Die Kosten der Unternehmung sind dadurch ihrem Betrage nach sehr bedeutend gewachsen, und irgend eine künftige ähnliche Unternehmung, welche diese gemachten Erfahrungen benutzt, wird demgemäß an Kosten ersparen. Ungeachtet dieser Nachtheile, welche mit einem großen öffentlichen Versuche dieser Art unvermeidlich verbunden seyn mußten, hat das angelegte Capital den Eigenthümern bereits einen beträchtlichen Gewinn gebracht und dieser Gewinn nimmt noch bis gegenwärtig sehr rasch zu. Folgender Auszug aus den halbjährlichen Berichten der Compagnie geben eine Uebersicht des Verkehrs auf dieser Eisenbahn im Laufe des Jahres 1831, so wie der Einnahmen und Ausgaben.

Vom 1. Januar bis zum 1. Juli 1831.

Güter zwischen Liverpool und Manchester	35,865 Tonnen.
Desgl. zwischen Liverpool und der Bolton-Verbindung . .	6,827 —
	42,692 Tonnen.
Steinkohlen aus den Gruben bei Liverpool	2,889 Tonnen.

Passagiere, eingetragen im Büreau der Com-

pagnie: 188,726 (mit Ausschluß der unterwegs aufgenommenen Passagiere).

Die Brutto-Einnahmen von diesem Verkehre waren folgende:

	L.	S.	D.
Passagiere	43,600	7	5
Güter	21,875	—	1
Steinkohlen	218	6	2
	65,693	13	8

Jeder eingetragene Passagier hat 4 Sch. 7¼ P. und jede Tonne Güter 10 Sch. 3 P. bezahlt.

Der Aufwand bei diesem Verkehr war folgender:

	L.	S.	D.
Auf Transportwagen für Passagiere	19,099	16	5
Auf Waaren u. s. w. . . .	16,279	7	5
Summa	35,379	3	10
Gewinn	30,314	9	10
uts.	65,693	13	8

Vom 1. Juli bis zum 31. December 1831.

Güter zwischen Liverpool und Manchester	52,224 Tonnen.
Verkehr unterwegs	2,347 —
	54,571 Tonnen.

Zwischen Liverpool und der Bolton-Verbindung . . . 10,917 Tonnen.

Steinkohlen aus den benachbarten Gruben . . . . . 8,396 Tonnen.

Passagiere, eingetragen im Büreau der Compagnie, mit Ausschluß derer, welche unterwegs aufgenommen worden sind: 256,321.

Einnahme.

	L.	S.	D.
Von den Passagierwagen . .	58,348	10	—
Von Gütern	30,764	17	8
Von Steinkohlen	695	14	4
	89,809	2	—

Ausgabe.

	L.	S.	D.
Auf Transport der Passagiere	25,930	1	1
Für Waaren	21,841	4	10
Für Steinkohlen	505	16	3
Für die Bolton-Verbindung .	748	16	3
	49,025	18	5
Reiner Gewinn	40,783	3	7
uts.	89,809	2	—

Das auf die Vollendung der Eisenbahnen und der dazu erforderlichen Bauten verwendete Capital betrug mit Einschluß der Dampfwagen, Passagierkutschen, Lastwagen u. s. w. bis zum 31. December 1831: 992,054 Pfd. Sterl. 3 Sch. 6 P.

Der Gewinn seit Eröffnung der Eisenbahn war folgender:

	L.	S.	D.
Vom 16. Sept. bis zum 31. Dec. 1830	14,432	19	5
Vom 1. Jan. bis zum 30. Juni 1831	30,314	9	10
Vom 1. Jul. bis zum 31. December 1831	40,783	3	7
Summa	85530	12	10

Die Dividenden sind folgende gewesen:

	L.	S.	D.
Am 31. December 1830, 6375 Actien von 100 Pfd. Sterl. à 2 Pf. St. per Actie . .	12,750	—	—
Vom 31. Dec. 1830 bis zum 30. Juni 1831, 6375 Actien von 100 Pf. St. à 4 Pf. St. 10 Sch. per Actie . .			
Ferner bis zum 30. Juni 1831 6375 Actien von 25 Pf. St. à 9 Sch. per Actie . . .	31,556	5	—
Desgl. desgl. 31. Dec. 1831, 7968¾ Actien von 100 Pfd. St. à 4 Pf. St. 10 Sch. per Actie	35,859	7	6
Summa	80,165	12	6

Aus obigen Angaben ergiebt sich nun, daß der Verkehr auf der Eisenbahn, sowohl hinsichtlich des Transportes von Passagieren, als auch von Wagen, bis zum Schlusse des Jahres 1831 beständig zugenommen hat; und auch bis auf die gegenwärtige Stunde hat er fortwährend zugenommen. In dem halben Jahre, welches mit dem 31. December 1831 endete, betrug die Durchschnitts-Quantitat von transportirten Gütern innerhalb 6 Wochen 15,112 Tonnen, und innerhalb der sechs Wochen, welche mit dem 23. März 1832 abgelaufen waren, 16,632 Tonnen. Die Einnahmen für den Transport der Passagiere betrug innerhalb 12 Wochen, welche mit dem 23. März 1831 abgelaufen waren, 13,965 Pfd. Sterl. 6 Sch. 11 P.; und in den 12 Wochen bis zum 23. März 1832, 15,496 Pfd. St. 11 Sch. 3 P.

In der Ausgabe-Rechnung des obigen Auszuges sind beträchtliche Summen enthalten, welche eigentlich mit der Eisenbahn nichts zu schaffen haben und von Localumständen einzig und allein herrühren. Da nämlich der Anfang der Eisenbahn, sowohl in Liverpool, als in Manchester, ziemlich weit vom Mittelpunkte des Verkehres entfernt war, so hielt es die Compagnie für zweckmäßig, die Kosten des Transportes der Passagiere aus dem Mittelpunkt der genannten Städte bis zum Anfange der Eisenbahn zu tragen, um eben den Verkehr an Passagieren dadurch auf der Eisenbahn zu befor-

dern. Diese Kosten betrugen vom 1. Januar bis zum 1. Juli 1831 den dritten Theil der Einnahme von Passagieren, und vom 1. Juli bis zum 31. December ziemlich die Hälfte dieser Einnahme; deßhalb müssen allein für diesen Posten 5000 Pfd. Sterl. vom Aufwande des Eisenbahntransportes wieder abgezogen werden *).

Unter den Ausgaben sind auch 5647 Pf. Sterl. Interessen für ein aufgenommenes Capital enthalsen, und auch diese müssen in Abzug gebracht werden; so daß also der Aufwand 11,000 Pf. St. weniger, und der Gewinn um so viel mehr beträgt. Außerdem haben auch wegen der Verbesserungen an den Dampfwagen die Consumtion der abgeschwefelten Steinkohlen, die Reparaturkosten u. s. w. allmählig immer mehr abgenommen. Unter allen jetzt erklärten Umständen unterliegt es keinem Zweifel, daß, während der Verkehr auf der Eisenbahn beständig zunimmt, der Aufwand der Compagnie sicher und schnell abnimmt, wenn man dabei den Transport der Güter und der Passagiere gehörig berücksichtigt.

Das auf Anlegung der Eisenbahn, auf Anschaffung von Dampfwagen, Lastwagen u. s. w. verwendete Capital zu 1 Million angenommen, be-

---

*) Die Compagnie hat neuerdings aufgehört die Omnibus-Wagen für die Passagiere zu bezahlen, und dennoch hat die Zahl der Passagiere beständig zugenommen.

trägt der Gewinn vom Januar bis zum Juni 1831 jährlich über 6 Procent; und vom 1. Juli bis zum 31. December 1831 beträgt er jährlich über 8 Procent. Das Vertrauen, welches das Publikum in diese Speculation setzt, läßt sich auch aus dem Umstand abnehmen, daß die Eisenbahnactien von 100 Pf. Sterl. gegenwärtig für mehr als 200 Pf. Sterl. verkauft werden.

Ich kann meine Bemerkungen über dieses große Nationalunternehmen nicht schließen, ohne zu bedauern, daß die Directoren den Nutzen desselben nicht mehr der Bevölkerung haben zu Gute kommen lassen, unter welcher es entstanden ist. Jedermann muß sich bei einer genauen Besichtigung der Anlagen und Werke über den Umstand wundern, daß die Menge der dabei in fast jeder Capacität angestellten Personen *) für die Gegend, so wie für die umgebende Bevölkerung Fremdlinge sind und aus einem andern Theile des Königreiches herbeigezogen zu seyn scheinen, um Vortheile zu ärndten, auf welche die Bevölkerung der Gegend ein moralisches Recht hat, — ein Recht, welches meiner Ueberzeugung nach der größte Theil der Directoren und Actieninhaber geachtet haben würde, wenn jeder von ihnen einzeln gefragt wor-

---

*) Es sind an den Anlagen und Werken über 700 Personen angestellt.

den wäre. Es ist auch zu bedauern, daß das weise und liberale Benehmen, welches die Directoren bei der berühmten Wettfahrt vor Eröffnung der Eisenbahn dargelegt haben, bei der Fortsetzung des Unternehmens mehr aufgegeben worden ist, als das Publikum nach einem so vieles versprechenden Anfange hätte erwarten sollen.

In der Corporationsacte, welche die Compagnie erlangt hat, wurde sie hauptsächlich als ein Verein von Individuen betrachtet, welche zur Bequemlichkeit des Publikums eine Straße anlegen; und sie wurden ermächtigt, gewisse Zölle von Wagen und Lasten zu erheben, welche diese Straße passiren. Es wurde ihnen zugleich auch eine gewisse uneingeschränkte Macht zugestanden, Fuhrwerk oder Dampfmaschinen die Straße nicht befahren zu lassen, sobald sie derselben nachtheilig zu seyn schienen. Die Compagnie hat sich indessen in einem ganz andern Character dargestellt, nämlich als Fuhrleute auf ihrer eigenen Straße; und statt einen Zoll von Anderen zu erheben, welche diese Straße befahren, üben sie selbst das ausschließende Monopol als Fuhrleute und als Eigenthümer der Eisenbahn. Ich weiß nicht, ob Fälle vorgekommen sind, in welchen Personen, die sich mit Transport auf der Eisenbahn haben abgeben wollen, die Erlaubniß von den Directoren verweigert worden ist; aber man kann sich leicht vorstellen, daß das Publikum keine Lust haben

wird, sich in eine solche Concurrenz einzulassen, wenn man bedenkt, daß die Eisenbahn-Eigenthümer in strittigen Fällen auch das Richteramt verwalten und die Macht besitzen, jedem Anderen zu jeder Zeit die Erlaubniß zu verweigern, auf der Eisenbahn Verkehr zu treiben, und zwar aus einem Grunde, über dessen Gültigkeit die Directoren selbst entscheiden, indem ihr eigener Baumeister ihr einziger Rathgeber ist, und dem Publikum gegen eine solche Verfügung keine höhere Berufung zusteht. Es würde mir leid thun, wenn man obige Aeußerungen für eine Anklage eines einzigen, oder aller Directoren dieses großen Nationalunternehmens zusammengenommen, in diesem, oder einem anderen Punkte betrachten wollte; aber es streitet ohne Zweifel gegen die Interessen der Eigenthümer, wenn man dem Publikum bei einem Werk, welches als ein Wunder der Kunst in einem Zeitalter und einem Lande betrachtet werden muß, wo die Kunst bereits so viel ausgeführt hat, auch nur einen Anschein von Monopol oder Wucher zeigen wollte.

Selbst dem oberflächlichsten Beobachter kann es nicht entgehen, daß bei der Fabrication von Dampfmaschinen und anderen Apparaten, welche auf der Eisenbahn gebraucht werden, ein merkwürdiges Ausschließungs-System befolgt worden ist. Dieses System ist den geistreichen Männern, welche von den Directoren angestellt worden sind, nicht weniger nachtheilig, als der Compagnie und dem

Publikum; und es ist zu hoffen, daß der unzweideutige Ausdruck der öffentlichen Meinung, die sich über diesen Gegenstand bereits ausgesprochen hat, die Wirkung haben werde, diese Uebelstände zu beseitigen, oder zu mildern.

Es ist nicht der geringste, mit einer solchen Lage der Dinge verbundene Nachtheil, daß das Genie und der Unternehmungsgeist des Landes, in so weit sie zur Verbesserung der Kräfte der Unternehmung mit beitragen können, durch ein gut oder schlecht begründetes Mißtrauen gelähmt werden, welches eine solche Handlungsweise nothwendig erwecken muß. Personen, welche die Fähigkeit besitzen, Verbesserungen in Vorschlag zu bringen, befürchten, was übrigens ganz natürlich und verzeihlich ist, daß ihre Vorschläge Personen zur Prüfung und Beurtheilung übergeben werden, die als Nebenbuhler in derselben Art von Verbesserung es ihrem Vortheil angemessen finden, diese Vorschläge zu verwerfen; und wie rein übrigens die Beweggründe, und wie gerecht die Entscheidungen sölcher Schiedsrichter auch seyn mögen, so wird das öffentliche Vertrauen ihren Entscheidungen doch immer fehlen. Es würde deßhalb von den Directoren aller solcher Gesellschaften sehr weise gehandelt seyn, bei ihren Berathungen alle solche Personen auszuschließen, welche direct oder indirect irgend einen Nutzen aus dem Verkauf oder der Fabrication derjenigen Gegenstände ziehen, deren Werth oder Unwerth

eben der Beurtheilung unterliegt. Der Wucher sollte nicht allein in der Wirklichkeit, sondern auch selbst dem Scheine nach verbannt werden.

§. 102.

Vergleicht man die Größe des Capitals und den jährlichen Aufwand der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, und nimmt man daraus den modulus beim Schätzen der Kosten ähnlicher Unternehmungen, die anderwärts ausgeführt werden sollen, so ist es von Wichtigkeit, mehrere Umstände besonders zu berücksichtigen. Ich habe bereits bemerkt, welche große Summen auf Dampfwagen verwendet worden sind, die man höchstens als Versuchsmaschinen, welche zu raschen Verbesserungen führten, betrachten darf. Die meisten dieser Maschinen befinden sich noch in gutem arbeitsfähigen Zustande, sind aber aus den bereits angegebenen Gründen bei Seite gesetzt worden. Andere Compagnien werden demnach aus der Erfahrung Nutzen ziehen, welche der Liverpool-Compagnie so vieles Geld gekostet hat. Dieser Nutzen für künftige Compagnieen wird so lange immer größer werden, bis dergleichen Compagnieen ihre Werke vollendet haben.

Ein großer Theil der laufenden Ausgabe für eine Eisenbahn ist unabhängig von der Länge derselben und beträgt nicht viel weniger für diejenige zwischen Liverpool und Manchester, als für eine

andere, welche Birmingham mit Liverpool oder London verbinden würde.

Die Einrichtungen für fest angestellte Baumeister, Kutschen- und Wagenräume u. s. w. an den Enden der Eisenbahn, würden durch eine beträchtliche Verlängerung dieser Bahn nicht sehr zunehmen; und dieselbe Bemerkung gilt auch für andere Ausgabeposten.

Die Canal-Compagnieen zwischen Liverpool und Manchester pflegten die Güter, welche sie zwischen diesen Städten zu transportiren hatten, unentgeldlich zu lagern und sich nur den Betrag der Fracht zahlen zu lassen. Die Eisenbahn-Compagnie war also, indem sie mit den Canal-Compagnieen in Concurrenz trat, auch genöthigt, gleiche Vortheile zu gewähren. Sie sah sich deßhalb veranlaßt, ein beträchtliches Capital auf den Bau großer Waarenniederlagen zu verwenden und jährlich andere Summen für Trägerlohn, Besoldungen u. s w. zu zahlen, die mit der Unterhaltung solcher Waarenniederlagen in Verbindung stehen. Für eine längere Eisenbahnstrecke würde dieser Aufwand (sobald er überhaupt nöthig ist), nicht verhältnißmäßig steigen.

§. 103.

Vergleicht man den Dampftransport mit dem Transport durch Pferdekraft, selbst auf einer Eisenbahn, so springt der Vortheil, den diese neue

Kraft gewährt, ganz klar in's Auge. Um diese Vortheile vollkommen würdigen zu können, muß man die Art berücksichtigen, wie die thierische Kraft als Transportmittel angewendet wird. Derjenige Theil der Kraft eines Pferdes, welcher zum Transport einer Last benutzt werden kann, hängt von der Geschwindigkeit der Bewegung des Pferdes ab. Diese Geschwindigkeit hat eine gewisse Grenze, bei welcher die ganze Kraft des Pferdes nöthig ist, um seinen eigenen Körper zu bewegen, und bei welcher es deßhalb unfähig ist, eine Last zu ziehen; dagegen giebt es eine gewisse Last, welche das Pferd nur tragen, aber nicht mit nützlicher Geschwindigkeit fortbewegen kann. Zwischen diesen beiden Grenzen giebt es eine gewisse Geschwindigkeit der Bewegung, bei welcher der Nutzeffect des Thieres am größten ist. Bei Pferden der schweren Art kann man den Betrag dieser Geschwindigkeit im Durchschnitt zu zwei englischen Meilen in der Stunde annehmen, und bei Pferden leichterer Art zu $2^1/_2$ englische Meilen in der Stunde. Ueber diese Geschwindigkeit hinaus nimmt die Last, welche sie zu transportiren vermögen, in einem sehr raschen Verhältnisse mit der wachsenden Geschwindigkeit ab. Drückt man z. B. die Last, welche ein Pferd auf eine gegebene Entfernung in einem Tage mit einer Geschwindigkeit von vier englischen Meilen in der Stunde zu transportiren vermag, durch 114 aus, so wird dasselbe Pferd nur eine

Last, welche mit 53 zu bezeichnen ist, auf dieselbe Entfernung mit einer Geschwindigkeit von sieben englischen Meilen in der Stunde transportiren können; und bei einer Geschwindigkeit von zehn englischen Meilen in der Stunde, wird die Last, die es transportiren kann, bis auf 32 sich vermindern. Wenn die nützlichste Geschwindigkeit, mit welcher ein Pferd arbeiten kann, zwei englische Meilen auf die Stunde beträgt, so kann es, wie sich finden läßt, bei zehn Stunden täglicher Arbeit und dem bezeichneten Grade der Geschwindigkeit, 12 Tonnen auf einer ebenen Eisenbahn zwanzig englische Meilen weit transportiren, so daß der ganze Effect eines Tagewerkes ausgedrückt werden kann durch 240 Tonnen, 1 englische Meile weit transportirt.

Aber dieser Grad der Geschwindigkeit eignet sich nicht für den Transport von Passagieren; und deßhalb macht es sich nöthig, sobald Pferde die bewegende Kraft sind, für die Passagiere anderes Fuhrwerk, als für den Gütertransport zu haben, damit die Güter mit demjenigen Grade der Geschwindigkeit fortgeschafft werden können, bei welchem der ganze Effect des Pferdes der größtmöglichste ist, während die Passagiere mit derjenigen Geschwindigkeit, ohne Rücksicht auf die Kosten, fortgeschafft werden, welche unerläßlich nothwendig ist. Eine gewöhnliche Postkutsche wiegt ungefähr zwei Tonnen, und auf einer ziemlich ebenen Chaussee

fährt sie mit einer Geschwindigkeit von zehn englischen Meilen in der Stunde. Bei dieser Geschwindigkeit wird die Zahl der Pferde, welche erforderlich sind, um sie in beständigem Laufe zu erhalten, mit Einschluß der Relaispferde, die an den verschiedenen Stationen vorhanden seyn müssen, auf 1 Pferd pro englische Meile berechnet. Nimmt man die Entfernung zwischen London und Birmingham zu 100 englischen Meilen an, so würde eine Postkutsche, welche zwischen diesen beiden Orten fährt, 100 Pferde nöthig haben, welche täglich die Reise hin und her machen. Die Leistung eines Pferdes, welches mit dieser Geschwindigkeit arbeitet, läßt sich deßhalb auf zwei Tonnen, welche täglich zwei englische Meilen weit, oder auf vier Tonnen, welche täglich 1 englische Meile weit fortgeschafft werden, schätzen. Die Zugkraft auf einer guten Chaussee beträgt wenigstens zwölfmal so viel, als auf einer ebenen Eisenbahn *). Daraus ergiebt sich also, daß die Leistung eines Pferdes auf einer Eisenbahn zwölfmal mehr, als auf einer gewöhnlichen Fahrstraße unter ähnlichen Umständen beträgt. Man kann demnach die Leistung eines Pferdes, welches zehn englische Meilen in

---

*) Die Zugkraft auf Chausseen ist folglich bald größer, bald kleiner, und nach Gurney zwanzigmal größer, als auf ebener Eisenbahn.

der Stunde auf einer ebenen Eisenbahn zurücklegt, zu 48 Tonnen 1 englische Meile weit täglich fortbewegt, veranschlagen.

Die besten Dampfwagen auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester können mit derselben Geschwindigkeit auf ebener Eisenbahn 150 Tonnen fortbewegen; und nimmt man an, daß sie eben so lange ruhen, so würde ihr Tagewerk sich durch 150 Tonnen, 200 englische Meilen weit transportirt, oder 30,000 Tonnen 1 Meile weit ausdrücken lassen. Daraus folgt nun, daß die Leistung eines Dampfwagens dieser Art derjenigen von 7500 Pferden auf einer guten Chaussee, oder von 625 Pferden auf einer Eisenbahn gleichkommt. Die Consumtion des zu dieser Leistung nöthigen Brennmateriales beträgt bei den besten Dampfwagen, die gegenwärtig zwischen Manchester und Liverpool im Gange sind, 4 Unzen abgeschwefelte Steinkohle auf die Tonne für die englische Meile, mit Einschluß des Brennmateriales, welches während des mehrmaligen Anhaltens consumirt wird. Die tägliche Consumtion von Brennmaterial würde unter solchen Umständen also 7,500 Pfund abgeschwefelte Steinkohle betragen; und 1 Pfund abgeschwefelte Steinkohle würde täglich die Arbeit eines Pferdes auf einer guten Chaussee verrichten; und zwölf Pfund abgeschwefelte Steinkohlen würden täglich die Arbeit eines Pferdes auf einer Eisenbahn thun.

Bei dieser Vergleichung ist die nützlichste Geschwindigkeit des Dampfwagens, und die am wenigsten nützliche Geschwindigkeit der Pferdekraft angenommen, und nur auf die Totalquantität von Last gesehen worden, die auf eine gegebene Entfernung transportirt wird. Aber in dem oben angeführten Fall ist Geschwindigkeit eine unerläßliche Bedingung; und der Dampf besitzt deßhalb diesen großen Vorzug vor der Pferdekraft, daß seine nützlichste Geschwindigkeit diejenige ist, welche sich zugleich für alle Zwecke des Transportes, sowohl der Passagiere, als der Güter eignet.

Vergleicht man die Wirkungen des Dampfes mit denjenigen der Pferdekraft bei geringeren Graden der Geschwindigkeit, so steht noch immer der Vortheil auf Seiten des ersteren, wiewohl auf eine weniger hervortretende Weise. Ein achtspänniger Wagen wiegt gewöhnlich acht Tonnen und legt $2^1/_2$ engliche Meilen in einer Stunde zurück. Starke Pferde können bei dieser Arbeit täglich acht Stunden thätig seyn, und es legt deßhalb jedes Pferd täglich 20 englische Meilen zurück. Die Leistung jedes Pferdes kann deßhalb gleich gesetzt werden 20 Tonnen, eine englische Meile weit transportirt; und da diese Leistung auf einer Eisenbahn zwölfmal größer ist, so beträgt sie 240 Tonnen eine englische Meile weit täglich transportirt. Die Leistung eines Pferdes bei solcher Arbeit ist deshalb

das Fünffache der Leistung eines Pferdes, welches zehn englische Meilen in einer Stunde zurücklegt, denn letzteres transportirt nur 4 Tonnen täglich eine englische Meile weit auf einer guten Chaussee, oder 48 Tonnen auf einer Eisenbahn. Daraus ergiebt sich nun das Verhältniß der Leistung der an Wagen ziehenden Pferde zur Leistung eines Dampfwagens. Da nämlich 1 Pfd. abgeschwefelte Steinkohle, gleichgesetzt werden kann der täglichen Leistung eines Pferdes an einer Postkutsche und 12 Pfund der Leistung eines Pferdes auf einer Eisenbahn, wenn es 10 englische Meilen in der Stunde zurücklegt, so folgt daraus, daß 5 Pfund gleichgesetzt werden können der Leistung eines Pferdes auf einer Chaussee und 60 Pfund auf einer Eisenbahn, wenn es $2^1/_2$ englische Meilen in einer Stunde zurücklegt. Da nun ein Dampfwagen das Tagewerk von 7500 Postpferden verrichten kann, so folgt daraus, daß er die Arbeit von 1500 Lastwagen-Pferden verrichtet.

Diese Resultate erleiden indessen in besonderen Fällen Modificationen und sind bloß Durchschnittsberechnungen. Verschiedene Dampfmaschinen, wie auch verschiedene Pferde sind in ihrer Leistung gar sehr verschieden, und da auch die Straßen, auf welchen Pferde gebraucht werden, in verschiedenen Zuständen der Vollkommenheit sich befinden und verschieden abschüssige Stellen haben, so muß die Leistung nach diesen Umständen verschieden seyn.

Auch bei der praktischen Vergleichung der Resultate eines so mächtigen Agens, wie der Dampf auf Eisenbahnen, mit einer so schwachen Kraft, wie diejenige der Pferde, auf gewöhnlichen Straßen, muß in Berücksichtigung gezogen werden, daß die große Vertheilung der Last und die häufigen Abfahrten zu Gunsten der Pferdeleistungen sprechen, insofern nämlich der Fall, daß Dampfwagen, die enorme Lasten ziehen können, mit Lasten abfahren müssen, die für ihre Kraft zu klein sind, weit öfterer eintreten wird, als bei Anwendung der Pferdekraft, wo kleine Lasten nach kurzen Zwischenräumen abfahren können. Darin beruht in der That eine praktische Schwierigkeit der Anwendung der Dampfwagen auf Eisenbahnen, und beschränkt vielleicht gegenwärtig ihre Anwendung auf Eisenbahnen zwischen Orten, wo nicht allein ein großer Verkehr in Bezug auf Passagiere, sondern auch ein solcher in Bezug auf Gütertransport besteht.

Die auffallendste Wirkung der Dampfkraft auf einer Eisenbahn ist die außerordentliche Geschwindigkeit des Transportes, welche dadurch erreicht wird; und es ist um so merkwürdiger, als dieser Vortheil nicht vorhergesehen, sondern erst durch die Erfahrung dargethan worden ist. Als der Entwurf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester gemacht wurde, beabsichtigte man hauptsächlich den Transport schwerer Güter, und obschon auch Verkehr an Passagieren zu erwarten stand,

so sah man doch nicht voraus, daß dieser für die Eigenthümer der Bahn die größte Quelle des Einkommens werden würde. Die Berechnungen künftiger Unternehmer werden deßhalb ganz anders angelegt werden, und einen großen Verkehr an Passagieren wird man als eine nothwendige Bedingung des Gedeihens einer solchen Unternehmung betrachten. Bringt man diesen Vortheil der Geschwindigkeit in Anschlag, so kann die Pferdekraft kaum die geringste Vergleichung mit der Dampfkraft auf einer Eisenbahn aushalten. Aus den Versuchen, welche ich bereits aus einander gesetzt habe, ergiebt sich, daß eine Dampfmaschine 90 Tonnen mit einer Geschwindigkeit von 20 englischen Meilen in der Stunde fortbewegen und diese Last zwischen Liverpool und Manchester innerhalb drei Stunden zweimal transportiren kann. Zwei hundert und siebenzig Pferde an Lastwagen würden nöthig seyn, um in einem Tage dieselbe Last ebenso weit zu transportiren. Man kann dagegen einwenden, daß dieses ein unter günstigen Umständen gemachter Versuch sey, und daß an dem schwierigen Punkte der geneigten Ebene der Dampfwagen unterstützt worden sey. Bei der gewöhnlichen Leistung des Gütertransportes durch Dampfwagen, wo keine große Geschwindigkeit beabsichtigt wird, beträgt indessen der Grad derselben nicht weniger, als 15 englische Meilen in der Stunde. Bei den Zügen, auf welchen die Passagiere transportirt werden,

beruht die Hauptschwierigkeit, eine große Geschwindigkeit zu unterhalten, in dem mehrmaligen Anhalten unterwegs, um Passagiere aufzunehmen und abzusetzen. Es giebt zwei Classen von Wagen gegenwärtig auf der Eisenbahn: die erste hält nur einmal an und zwar auf der Hälfte des Weges zwischen Liverpool und Manchester einige Minuten lang. Diese Wagen legen die Strecke von 30 englischen Meilen in $1^1/_2$ Stunde, und häufig in einer Stunde und 20 Minuten zurück. Auf dem ebenen Theile der Eisenbahn fahren sie gewöhnlich mit einer Geschwindigkeit von 27 englischen Meilen in der Stunde, ja manchmal beträgt diese Geschwindigkeit, wie ich selbst gefunden habe, völlig 30 englische Meilen in der Stunde. In dieser Hinsicht scheinen die Dampfwagen in der That seit Eröffnung der Eisenbahn, keine große Verbesserung erfahren zu haben, ausgenommen vielleicht darin, daß sie jetzt im Stande sind, ihre Geschwindigkeit längere Zeit zu unterhalten. Der Dampfwagen, welcher Hrn. Huskisson nach Manchester nach jenem unglücklichen Vorfalle fuhr, welcher bei der großen Versuchsfahrt sich ereignete, bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von 35 englischen Meilen in der Stunde.

§. 104.

Die Quantität des Canaleigenthums in dieser Gegend verleiht jeder Untersuchung ein großes In-

tereſſe, welche den relativen Nutzen dieſer Transportart im Vergleiche zu derjenigen auf Eiſenbahnen durch Pferde- oder Dampfkraft auszumitteln ſucht. Und wenn es auch hier keineswegs unſere Abſicht iſt, eine genaue Berechnung über dieſen Punkt anzuſtellen, ſo liegen doch ſo allgemeine und offene Angaben vor, um die Vortheile, welche die Eiſenbahn vor den Canälen ohne Rückſicht auf die Triebkraft zum voraus hat, gut ſchätzen zu können.

Das Geſetz des Widerſtandes der Flüſſigkeiten gegen Körper, welche ſich durch dieſelben bewegen, iſt längſt bekannt und läßt ſich auf eine allgemeine Weiſe folgendermaßen ausdrücken: wenn die Geſchwindigkeit eines Körpers, welcher ſich durch eine Flüſſigkeit bewegt, in einem doppelten Verhältniſſe vermehrt wird, ſo wird der Widerſtand der Flüſſigkeit gegen ſeine Bewegung in einem mehr als vierfachen Verhältniſſe vermehrt. Wenn die Bewegung ſich in einem dreifachen Verhältniſſe vermehrt, ſo nimmt der Widerſtand in einem mehr als neunfachen Verhältniſſe zu u. ſ. w. Wird die Zahl, welche die vermehrte Geſchwindigkeit des durch eine Flüſſigkeit ſich bewegenden Körpers ausdrückt, mit ſich ſelbſt multiplicirt, ſo beträgt das Product noch immer weniger, als der entſprechende vermehrte Widerſtand. Daraus ergiebt ſich nun, daß jede Anſtrengung, ein Mittel des ſchnellen Transportes auf Canälen zu erhalten, vergebens ſeyn müſſe, welche Kraft man auch als bewegendes

Mittel anwenden möge.*) Dampfmaschinen auf einem Canal anzuwenden, ist nur in sehr seltenen Fällen ausführbar, und selbst dann gilt immer dasselbe Gesetz des Widerstandes. Es läßt sich beweisen, daß keine Kraft, wie groß sie auch sey, im Stande ist, ein Schiff durch Wasser mit einer Geschwindigkeit zu bewegen, die eine gewisse und zwar keine entfernte Grenze überschreitet. Die

---

*) Einige Versuche, welche auf den Schottischen Canälen angestellt worden sind, scheinen dafür zu sprechen, daß Boote von einer eigenthümlichen Gestalt, Gigs genannt, wenn sie durch Pferde gezogen werden, nicht einen Widerstand erfahren, welcher nach diesem Gesetze zunimmt, sobald sie eine Schnelligkeit von 9 engl. Meilen in der Stunde erlangt haben, und daß die Brandung, oder die Wogenbildung, welche das Boot in dem Canale erzeugt, dann aufhört. In diesem Falle scheint das Boot in einem gewissen Grade sich aus dem Wasser zu erheben, so daß der Queerdurchschnitt des im Wasser befindlichen Theiles kleiner wird. Die Theorie, nach welcher der Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional ist, nimmt an, daß der Queerdurchschnitt des im Wasser befindlichen Theiles derselbe bleibt.

Ich glaube indessen, daß die bei diesen Versuchen erwähnte Wirkung nicht würde entstanden seyn, wenn man das Boot durch eine Dampfmaschine oder eine andere in demselben befindliche Kraft in Bewegung gesetzt hätte. Dieses Ergebniß scheint in gewissem Grade von der besondern Art abhängig zu seyn, wie das Boot durch die am Ufer wirkende Kraft fortbewegt wird.

mächtigsten Dampfmaschinen sind auf der offnen See, ohne Hülfe von Strömungen oder Winden, nicht im Stande, ein Schiff mit größerer Geschwindigkeit, als 10 bis 12 englische Meilen in der Stunde fortzubewegen, aber die gewöhnliche Geschwindigkeit ist noch beträchtlich geringer.

Dagegen vermehrt sich der Widerstand, welcher aus der Reibung auf der Eisenbahn entspringt, durch die Geschwindigkeit der Bewegung nicht im Geringsten. Ein Zug Wagen, welcher sich mit einer Geschwindigkeit von 30 englischen Meilen in einer Stunde bewegt, setzt der bewegenden Kraft nicht mehr Widerstand entgegen, als wenn derselbe Zug mit der Geschwindigkeit von einer englischen Meile in der Stunde bewegt würde. Die Kette oder das Tau, an welchem der Zug hängt, erfährt in dem einen Fall dieselbe Spannung, wie in dem andern. Aber dieses ist ganz anders bei einem Canale, wo jede Vermehrung der Geschwindigkeit eine außerordentlich deutlich zunehmende Spannung an dem Zugseil hervorbringt.

§. 105.

Wenn eine sehr langsame Fortbewegung beabsichtigt wird, so ist der Nutzeffect der Pferdekraft auf Canälen etwas größer, als wenn dieselbe Kraft auf Eisenbahnen angewendet wird; aber bei allen Graden der Geschwindigkeit über drei Meilen in der Stunde ist die Wirkung auf Eisenbahnen größer;

und für beträchtliche Geschwindigkeit ist der Canal gar nicht anwendbar, während die Eisenbahn keinen ihrer Vortheile verliert. Bei einer Geschwindigkeit von drei englischen Meilen in der Stunde verhält sich die Leistung eines Pferdes an einem Canal und auf einer Eisenbahn, wie 4 zu 3 zu Gunsten des Canales, aber bei einer Geschwindigkeit von vier englischen Meilen in der Stunde steht die Leistung eines Pferdes auf einer Eisenbahn fast in demselben Verhältnisse zu Gunsten der letztern. Bei einer Geschwindigkeit von sechs englischen Meilen in der Stunde leistet ein Pferd auf einer Eisenbahn dreimal mehr, als auf einem Canale. Bei einer Geschwindigkeit von acht englischen Meilen in der Stunde leistet es ziemlich fünfmal mehr.

Aber der Umstand, welcher den Eisenbahnen im Vergleiche zu den Canälen einen Vorzug einräumt, der den letztern ganz verderblich seyn muß, beruht eben darin, daß die große Geschwindigkeit und Wohlfeilheit des Transportes, die sich auf einer Eisenbahn mit Hülfe der Dampfkraft erlangen lassen, solchen Straßenzügen nicht allein immer ein Monopol alles Reisens erwerben, sondern auch die Zunahme dieser Quelle des Gewinns in einem enormen Verhältnisse sichern muß, wie sich bereits auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester ergeben hat. Vor der Eröffnung der Eisenbahn fuhren zwischen Liverpool und Manchester täglich ungefähr 25 Postkutschen; und nimmt man

an, daß diese Kutschen im Durchschnitt jedesmal 10 Personen aufgenommen haben, so folgt daraus, daß die Zahl der Personen, welche täglich zwischen diesen Städten auf der Reise begriffen sind, an 500 beträgt. Wir wollen nun annehmen, daß wöchentlich 3000 Personen sich dieser Postkutschen bedient haben, so beträgt dieses in 6 Monaten 78,000 Personen. In den 6 Monaten, welche mit dem 31. December 1831 abgelaufen waren, betrug die Zahl der Passagiere zwischen denselben Städten, mit Ausschluß derer, welche unterwegs aufgenommen worden waren, 256,321; und wenn man die auf dem Wege aufgenommenen mit in Anschlag bringen will, so kann die Zahl der sämmtlichen Passagiere recht gut zu 300,000 angenommen werden. Gegenwärtig fährt nur eine einzige Postkutsche auf dem Wege zwischen Liverpool und Manchester, und daraus geht deßhalb hervor, daß nicht allein das Monopol des Transportes der Passagiere gewonnen worden ist, sondern daß auch die Zahl derselben sich bereits um's Vierfache vermehrt hat.

Das Monopol des Transportes der Passagiere, welches der Eisenbahn auf diese Weise gesichert ist, wird immer einen so großen Gewinn abwerfen, daß alle Güter um einen verhältnißmäßig niedrigen Preis transportirt werden können.

Bei leichten Gütern, deren Transport Eile erheischt, wird offenbar die Eisenbahn immer den Vorzug behaupten; und der Transport auf Kanä-

len beschränkt sich auf solche Arten schwerer Güter, bei welchen eine kleine Ersparniß an den Transportkosten von größerer Wichtigkeit, als Ersparniß an Zeit ist. Aber auch selbst bei diesen Arten der Güter behauptet die Eisenbahn den Vorzug, so lang ihre Transportkosten nicht mehr betragen, als diejenigen auf Kanälen.

Wenn die Frage, ob, bei vorhandenen Kanälen, die Anlegung von Eisenbahnen Gewinn bringen werde, von zweifelhafter Entscheidung ist, und die Vortheile der Eisenbahnen nichts weniger als überwiegend sich darstellen, so bietet dagegen diejenige Frage, welches Communicationsmittel von den beiden bei einer neuanzulegenden Communicationslinie größere Vortheile gewährt, wenig Schwierigkeiten der Beantwortung dar. Man darf sich getrost dahin aussprechen, daß in Ländern, wo die Künste so weit vorgeschritten sind, wie in Großbrittanien, nie wieder ein Kanal als Transportmittel angelegt werden wird, außer in dem besondern Falle, daß zwei Meeresarme, oder zwei große schiffbare Flüsse in Verbindung gesetzt werden sollen.

§. 106.

Die erste Wirkung, welche die Liverpool-Eisenbahn auf die Liverpool- und Manchester-Kanäle hervorbrachte, war ein Fallen des Frachtpreißes, und gegenwärtig ist der Frachtpreis für die Tonne

auf der Eisenbahn und auf den Kanälen, wie ich glaube, sich gleich. Es bietet sich deßhalb ganz natürlich die Frage dar, warum, wenn dieses der Fall ist, nicht die größere Geschwindigkeit und Sicherheit, welche die Eisenbahn gewährt, in jeder Hinsicht derselben als Transportmittel den Vorzug erwirbt und die Kanäle alles Gütertransportes beraubt? Diese Wirkung wird verhindert durch mehrere örtliche und zufällige Ursachen, wie auch durch directen Einfluß und individuelles Interesse. Ein grosser Theil der Handel und Manufacturen treibenden Bevölkerung von Liverpool und Manchester hat an den Kanälen Antheil und ist sehr dabei interessirt, sie als Gegner der Eisenbahn zu erhalten. Diese Leute geben in ihrem eigenen Geschäft den Kanälen den Vorzug und suchen diejenigen, auf welche sie Einfluß haben, dahin zu bestimmen, eben so in jedem Falle zu handeln, wo schneller Transport nicht absolute Bedingung ist.

Außer diesen Umständen communicirt der Kanal unmittelbar mit dem Hafen von Liverpool und verästelt sich in verschiedenen Richtungen durch Manchester, so daß er die Mauern vieler Waaren-Niederlagen und Fabriken berührt, für welche die transportirten Güter bestimmt sind. Die Güter werden unter diesen Umständen aus dem Schiff ins Boot geladen und unmittelbar vor die Thüre ihres Eigenthümers gebracht, oder umgekehrt. Werden die Güter dagegen auf der Eisenbahn

transportirt, so müssen sie bis an den Anfang der Eisenbahn geschafft werden, und haben sie das Ende der Eisenbahn erreicht, so müssen sie wieder nach ihrer Bestimmung in die verschiedenen Theile der Stadt abgefahren werden.

Aus diesen Umständen erklärt es sich zur Genüge, warum die Kanäle noch immer einen Theil des Verkehres zwischen diesen großen Handelsstädten behalten haben und auch wahrscheinlich behalten werden.

Eilftes Capitel.

Dampfwagen auf Chauſſeen.

Eiſenbahnen und Chauſſeen mit einander verglichen. — Hrn. Gurney's Erfindungen. — Sein Dampfwagen. — Leiſtungen deſſelben. — Vorurtheile und Irrthümer. — Ausſchuß des Unterhauſes. — Bequemlichkeit und Sicherheit der Dampfwagen. — Hancock's Dampfwagen. — Hr. N. Ogle. — Trevithick's Erfindung. — Schritte gegen die Dampfwagen. — Chauſſeegeldergeſetze. — Dampfwagen zwiſchen Gloucester und Cheltenham. — Derſelbe hört auf zu fahren. — Bericht des Ausſchuſſes des Unterhauſes.

— Wiederrufung der Prohibitivgesetze. — Gegenwärtiger Zustand und Aussichten der Dampfwagen.

§. 107.

Wir haben bis jetzt unsere Bemerkungen auf die Dampfkraft als ein Transportmittel auf Eisenbahnen beschränkt, aber dabei ist in neuern Zeiten die Speculation nicht stehen geblieben. Es sind mehrere Versuche und unter denselben einige sehr erfolgreiche gemacht worden, Dampfwagen auf Chausseen anzuwenden. Man hat die Ausführbarkeit dieser Sache bis jetzt allgemein für sehr zweifelhaft gehalten; blickt man aber zurück auf die verschiedenen Epochen in der Geschichte der Erfindung der Dampfmaschine, so wird man denselben Zweifel und dieselbe Schwierigkeit bei fast jedem wichtigen Fortschritt in der Ausbildung derselben erhoben finden. Wenn man die Wirkung einer Chaussee mit derjenigen einer Eisenbahn vergleicht, so giebt es zwei Umstände, welche der Eisenbahn Leichtigkeit und Vortheil offenbar sichern. Der eine besteht darin, daß die Hindernisse der rollenden Bewegung der Räder, welche aus den Unebenheiten der Oberfläche hervorgehen, auf der Eisenbahn bei weitem geringer sind, als auf einer Chaussee, und zwar in dem Verhältnisse von 1 zu 12, oder wie Einige wollen, von 1 zu 20. Dieses

Verhältniß muß indessen gar sehr von der Beschaffenheit der Chaussee abhängig seyn, mit welcher man die Eisenbahn vergleicht. Es liegt auf der Hand, daß eine gut construirte Chaussee geringern Widerstand, als eine schlecht construirte darbietet; und es ist anerkannt, daß der Widerstand einer nach Mac Adam's Grundsätzen angelegten Chaussee beträchtlich größer ist, als derjenige einer mit Steinen gepflasterten Chaussee. Die Entscheidung dieser Frage muß deßhalb die Würdigung einer andern enthalten, nämlich, ob Chausseen durch Pflastern, oder auf eine andere Weise nicht glätter und besser für Fuhrwerk geeignet, welches auf die Weise der Dampfkutschen fortbewegt wird, angelegt werden können, als die jetzt für Benutzung der Pferdekraft gebräuchlichen Chausseen?

Aber außer der größern Glätte, welche die Eisenbahnen im Vergleiche mit den Chausseen haben, gewähren sie auch noch einen andern Vortheil, der vermuthlich von denen sehr übertrieben worden ist, welche dem Projekt entgegengearbeitet haben, Dampfwagen auf Chausseen in Gang zu setzen. Eins der Gesetze der Anhaftung, was schon seit langer Zeit durch Versuche entwickelt worden und wissenschaftlichen Männern bekannt ist, beruht darin, daß die Anhaftung der Oberfläche von Körpern derselben Beschaffenheit größer ist, als die Anhaftung von Körpern verschiedener Beschaffenheit. Bei zwei Metallen derselben Art ist sie z. B.

größer, als bei zwei Metallen verschiedener Art. Bei zwei Metallen einerlei Art ist sie größer, als bei Metall und Stein, oder bei Metall und Holz. Die Räder der Dampfwagen haften deßhalb auf einer Eisenbahn weit stärker und drehen sich nicht so leicht rutschend um ihre Axen, ohne den Wagen fortzubewegen, als Räder auf einer Chaussee; denn auf einer Eisenbahn bleibt der eiserne Reif des Rades mit dem eisernen Gleis in Berührung, während auf einer gewöhnlichen Chaussee der eiserne Reif mit der Steinoberfläche, oder dem Material in Berührung bleibt, aus welchem die Chaussee zusammengesetzt ist. Außer diesem wirken der Staub und der lockere Stoff, welcher auf einer gewöhnlichen Chaussee sich nothwendig sammelt, ziemlich wie Walzen, sobald sie zwischen den Rädern und der soliden Basis der Fahrstraße gedrückt werden, so daß die Räder leichter rutschen, als wenn die Chaussee rein gekehrt worden wäre, und die Räder in unmittelbarer Berührung mit der harten Oberfläche derselben blieben. Die Wahrheit dieser Bemerkung findet man selbst an den Eisenbahnen bestätigt, wo die Anhaftung geringer ist, sobald die Gleise mit fremdartigen Substanzen, z. B. mit Staub, oder nassem Thon bedeckt sind. Obwohl nun die Anhaftung der Räder eines Fuhrwerks auf einer gewöhnlichen Fahrstraße geringer ist, als bei den Rädern eines Dampfwagens auf einer Eisenbahn, so beträgt dennoch die wirkliche Anhaftung

auf einer Chaussee immer mehr, als man gewöhnlich angenommen hat, und ist zur Genüge ausreichend, Fuhrwerke mit beträchtlicher Belastung vorwärts zu treiben und dieselben noch außerdem große Lasten ziehen zu lassen.

Die relative Leichtigkeit, mit welcher Fuhrwerke auf Eisenbahnen und Chausseen fortbewegt werden, afficirt jede bewegende Kraft, Pferdekraft oder Dampfmaschinen, auf gleiche Weise; und mögen die Lasten durch die eine Kraft, oder die andere fortbewegt werden, so wird die Eisenbahn im Vergleiche mit der Chaussee immer denselben verhältnißmäßigen Vorzug besitzen, und eine gegebene Quantität Kraft der einen, oder der andern Art, wird auf einer Chaussee immer in demselben Verhältnisse weniger Arbeit verrichten, als auf einer Eisenbahn. Aber es stehen dagegen die Kosten der ersten Anlage und der Unterhaltung und Ausbesserung einer Eisenbahn ihrer größern ausgemachten Leichtigkeit des Zuges gegenüber.

Bei den Versuchen, die Dampfwagen für den Gebrauch auf Chausseen einzurichten, haben die Unternehmer hauptsächlich zweierlei zu erreichen gesucht: erstlich kleinere und leichtere Maschinen zu erbauen, und zweitens größere Kraft zu gewinnen. Diese Zwecke lassen sich offenbar nur mittelst unserer gegenwärtigen Kenntnisse erreichen, nämlich durch die Erzeugung eines Dampfes von sehr hoher Temperatur und Spannkraft, so daß das kleinste

Volumen Dampf die größtmögliche mechanische Wirkung hervorbringt. In der Regel hat man das Fuhrwerk auf ähnliche Weise, wie bei den auf Eisenbahnen gebräuchlichen Dampfwagen fortbewegt, indem man entweder Krummzapfen an den Axen anbrachte und die Räder an diesen Axen befestigte oder indem man die Kolbenstangen mit den Speichen der Räder in Verbindung setzte, wie an dem, Figur 65. dargestellten Dampfwagen. Bei manchen Dampfwagen sind der Kessel, die bewegende Kraft und der Raum für die Passagiere auf denselben Rädern angebracht. Bei andern hat die Dampfmaschine ihren besondern Wagen und zieht den Wagen, in welchem die Passagiere transportirt werden, wie es immer auf den Eisenbahnen der Fall ist.

Die Hauptdifferenz zwischen den auf Eisenbahnen gebräuchlichen Dampfwagen und denen, welche auf gewöhnlichen Chausseen fahren sollen, liegt in der Structur des Kessels. Bei letzterem ist es wesentliche Bedingung, daß der Kessel bei ungeschwächter Spannkraft des Dampfes leichter und kleiner sey. Man hat dieses mittelst verschiedener Einrichtungen, eine kleine Quantität Wasser auf eine große Oberfläche zu vertheilen und so der Wirkung des Feuers auszusetzen, zu erreichen gesucht; man hat auch das Wasser in dünnen Schichten auf ebenen Platten ausgebreitet; man hat es zwischen eiserne Platten gebracht, die nahe an einander lagen, und

hat dem Feuer in die Zwischenräume Zugang verschafft; man hat es in kleine Röhren vertheilt, welche von der Flamme umgeben wurden; man hat es zwischen die Oberflächen concentrischer Cylinder gebracht, so daß das Feuer auf diese Oberflächen einwirken konnte: alle diese Mittel sind von den verschiedenen Versuchanstellern in Anwendung gebracht worden.

§. 108.

Obenan in der Geschichte der Anwendung des Dampfes zur Fortbewegung von Wagen auf Chausseen steht der Name des Herrn Goldsworthy Gurney, eines Arztes und gelehrten Chemikers aus Cornwall. Im Jahre 1822 folgte Herr Gurney dem D. Thompson als Lehrer der Chemie an der Surrey Institution und durch die Ergebnisse einiger Versuche über die Wärme kam er auf den Gedanken, Dampfwagen auf gewöhnlichen Fahrstraßen fahren zu lassen. Seit dem Jahre 1825 hat er unabläßig dieses Ziel zu erreichen gestrebt und sein Vermögen auf die Vollendung einer Dampfmaschine verwendet, welche im Stande seyn sollte, seiner Absicht zu genügen. Viele Andere, wie leicht zu erwarten war, haben ähnliche Bestrebungen verfolgt. Ob sie, oder einer von ihnen durch größeres Glück, größere öffentliche Unterstützung oder Ueberlegenheit des Geistes ihm auf der Bahn, welche er betreten hat, hinter sich zurück-

lassen werden, möchte gegenwärtig nicht leicht vorauszusagen seyn. Wie aber auch der Erfolg seyn möge, Herrn Gurney kommt die Ehre und das Verdienst zu, zuerst die Ausführbarkeit der Idee und die damit verbundenen Vortheile dargethan zu haben; und in der Geschichte der Anwendung ortsveränderner Dampfmaschinen auf gewöhnlichen Fahrstraßen wird sein Name der Zeit nach früher genannt werden, als alle andere, und den Erfolg seiner Versuche wird man als den Ursprung und die Ursache des Erfolges Anderer auf derselben Bahn in die Jahrbücher der Geschichte eintragen.

Der Mangel an Glauben, der Widerstand und sogar der Schein des Lächerlichen, welche sich dem Projekte des Herrn Gurney entgegenstellten, sind sehr merkwürdig. Seine Ansichten wurden anfangs von allen Maschinenbauern ohne Ausnahme bekämpft. Eine gewiße Gewohnheit im Denken, welche manchmal aus einer Erziehung entspringt, die hauptsächlich, wenn auch nicht ausschließlich, es auf blos praktische Zwecke abgesehen hat, und die in der Folge durch ausschließlich praktische Bestrebungen immer fester begründet wird, kann diese Erscheinung vielleicht einigermaßen erklären. Aber ich muß gestehen, daß ich nicht ohne Erstaunen während der letzten zehn Jahre den größten Grad von Hartgläubigkeit bei Männern beobachtet habe, welche in Bezug auf diesen Gegenstand allgemeine wissenschaftliche Kenntnisse besaßen, ja sogar einen

Unglauben, welcher durch ganz unzweideutigen praktischen Beweis kaum bis jetzt gehoben worden ist. „Unter den wissenschaftlich gebildeten Männern, sagt Herr Gurney, war mit Ausnahme des verstorbenen D. Wolaston nicht ein einziger, welcher meine Meinung unterstützte.“

Der Irrthum, welcher in Bezug auf die Anwendung der Dampfwagen auf Eisenbahnen so lange geherrscht und, wie wir dargethan haben, den Fortschritt dieser Erfindung wesentlich aufgehalten hat, wurde anfangs auch von Herrn Gurney getheilt. Ohne nur im Geringsten die Frage zu prüfen, und Versuche anzustellen, nahm er es bei der ersten Verwirklichung seiner Ideen als erwiesen an, daß die Anhaftung der Räder auf dem Boden zu gering sey, um den Wagen fortbewegen zu können. Ausgezeichnete Maschinenbaumeister hatten ihm, wie er sagt, die Versicherung gegeben, dieser Punkt sey durch wirkliche Erfahrung festgestellt. Es ist indessen sonderbar, daß ein Mann von seiner Umsicht und Geistesschärfe nicht nach den einzelnen Umständen dieser „wirklichen Versuche“ gefragt hat. So verhält es sich indessen, und da er es für ausgemacht annahm, daß die Räder nicht fortbewegt werden könnten, so verschwendete er viele Arbeit und Nachdenken, um Hebel und Fortschieber so anzubringen, daß sie auf eine ähnliche Weise, wie die Füße der Pferde auf den Boden wirken sollten, um den Wagen vorwärts zu treiben. Nach

verschiedenen fruchtlosen Versuchen dieser Art förderte endlich die Erfahrung, welche er sich durch seine Versuche erwarb, die Wahrheit zu Tage, und er fand, daß die Anhaftung der Räder nicht allein hinlänglich sey, den schwer beladenen Wagen auf ebenen Fahrstraßen vorwärts zu bewegen, sondern auch ausreichend, um die Steigungen hinanzufahren, welche auf gewöhnlichen Chausseen vorkommen. Auf diese Weise fuhr er an allen Steigungen zwischen London und Barnet, zwischen London und Stanmore, ferner Stanmore Hill, Brockley Hill, und selbst Old Highate Hill hinauf, welche letztere Steigung an einer Stelle auf 9 Fuß um 1 Fuß stieg.

Es ist nicht meine Absicht, alle einzelnen Schritte zu erwähnen, welche Herr Gurney gethan hat, um seinen Dampfwagen bis auf den gegenwärtigen Zustand der Vervollkommnung zu bringen. Auch diese Erfindung ist gleich den meisten anderen durch eine Reihe mißlungener Versuche vorwärts geschritten und endlich dahin gelangt, wo sie, wenn man sie auch nicht als ganz vollkommen betrachten darf, doch wenigstens mit Nutzen sich praktisch anwenden läßt; und allein durch praktische Anwendung im Großen kann diejenige Vollendung erlangt werden, deren diese Form der Dampfmaschine sicherlich fähig ist.

§. 109.

Der Kessel des Herrn Gurney weicht auf eine ganz auffallende Art von allen anderen bis jetzt erfundenen Kesselformen ab. Kein einziger Theil desselben, nicht einmal die Roststäbe, sind der Wirkung des Feuers ausgesetzt, ohne mit Wasser in Berührung zu stehen. Wenn man erwägt, wie schnell die Wirkung einer starken Ofengluth das Metall zerstört, sobald nicht die Anhäufung der Wärme durch Wasser verhindert wird, so wird man den Nutzen dieses Umstandes ermessen können. Ich habe gesehen, daß die Stäbe eines neuen, noch nicht gebrauchten Rostes auf einer einzigen Fahrt zwischen Liverpool und Manchester geschmolzen waren; und der Erfinder einer andern Form des Dampfwagens hat mir gestanden, daß seine Roststäbe, obschon von beträchtlicher Stärke, nicht über 1 Woche dauerten. In dem Kessel des Herrn Gurney bestehen die Roststäbe aus Röhren mit Wasser gefüllt, und machen eigentlich einen Theil des Kessels aus. Der Kessel besteht aus drei starken, übereinander liegenden Metallcylindern. Ein senkrechter Durchschnitt des Kessels ist in Figur 72 gegeben. Die Enden der eben erwähnten drei Cylinder sind bei D H und I dargestellt. In den untersten Cylinder D sind eine Reihe Röhren eingesetzt, von denen ein Grundriß in Figur 73 gegeben ist. Diese Röhren haben im untersten Cylinder D eine etwas geneigte Lage und der Grund davon soll gleich erklärt wer-

den. In der Durchschnittszeichnung Figur 72 sieht man bei C nur eine einzige solche Röhre. Die andern Enden dieser Röhren bei A sind mit derselben Zahl stehender Röhren verbunden, von denen eine bei E dargestellt ist. Die oberen Enden G dieser stehenden Röhren sind mit einer andern Röhrenreihe K verbunden, die in gleicher Zahl von G mit geringer Steigung bis in den zweiten Cylinder H sich fortsetzen.

Figur 74 giebt eine Endansicht des Kessels und es sind hier die drei Cylinder mit denselben Buchstaben bezeichnet. Zwischen den Cylindern D und H bemerkt man die Verbindungsröhren BB und zwei ähnliche Röhren zwischen den Cylindern H und I. In der Durchschnittszeichnung Figur 72 konnten die Verbindungsröhren nur einfach dargestellt werden. Oben, aus dem Cylinder I steigt eine Röhre N, welche den Dampf in die Maschine leitet.

Man wird bemerken, daß der Raum F auf allen Seiten von einem Röhrenrost umgeben ist, so daß die Röhren mit den Cylindern D und H in freier Verbindung stehen, und diese Cylinder stehen auch miteinander durch die Röhren BB in freier Verbindung. Daraus ergiebt sich nun, daß, wenn dem Cylinder I Wasser zugeführt wird, es durch die Röhren in den Cylinder D hinabsinkt, zuerst diesen und die Röhren C füllt; allmählig in den Röhren B und E steigt und sodann die Röhren K,

so wie den Cylinder H füllt. Der Wasserröhrenrost CEK bildet den Ofen, die Röhren C sind nämlich die Roststäbe, und die Röhren E und K machen die hintere Wand und die Decke des Ofens aus. Die Ofenthür, durch welche Brennmaterial eingetragen wird, sieht man bei M Fig. 74. Die Luft streicht zwischen den Röhren C in den Feuerraum F, gelangt über die Röhren K und führt Flamme und heiße Luft in einen Rauchfang. Derjenige Theil der Wärme des Brennmateriales, welcher in andern Oefen die Roststäbe zerstört, wird hier benutzt, um das Wasser in den Röhren C zu erwärmen. Die strahlende Wärme des Feuers wirkt auf die Röhren K, welche die Decke des Ofens, und auf die Röhren E, welche die hintere Seite des Ofens bilden, zum Theil auch auf die Cylinder D und H und auf die Röhren B. Der Zug der heißen Luft und Flamme, welche bei A in den Heitzkanal streichen, wirkt auf die hintern Flächen der Röhren E und auf die obern Seiten der Röhren K, und tritt zuletzt in den Schlot.

Indem das Wasser in den Röhren CEK sich erwärmt, wird es specifisch leichter, als Wasser von geringerer Temperatur, und erlangt folglich ein Streben, emporzusteigen. Es dringt deßhalb schnell in den Cylinder H. Unterdessen sinken die kältern Theile, und die geneigte Lage der Röhren C und K befördern dieses Streben des erwärmten Wassers, so daß eine erstaunlich rasche Circulation

entsteht; sobald das Feuer auf die Röhren zu wirken beginnt. Wenn das Wasser eine solche Temperatur erlangt, daß schnell Dampf erzeugt wird, so entstehen beständig Luftbläschen in den das Feuer umgebenden Röhren, und wenn diese in den Röhren hängen blieben, ohne sich fortzubewegen, so würde die Wirkung des Feuers nicht allein den Dampf zersetzen, sondern auch die Röhren rothglühend machen, weil das Wasser dann in denselben sich nicht fortbewegte, um die Wärme abzuleiten. Aber die geneigte, bereits erwähnte Lage der Röhren verhindert diese nachtheilige Folge auf das vollständigste. Ein Dampfbläschen, welches entweder in den Röhren C oder K entstanden ist, besitzt ein Streben, in demselben Verhältnisse, in welchem es leichter, als Wasser ist, emporzusteigen, und schießt deßhalb von C nach A, oder von K nach H. Aber diese Bewegung des Dampfes wird auch unterstützt durch die rasche Circulation des Wassers, die, wie bereits erklärt worden, in den Röhren beständig unterhalten wird, denn sonst könnte es doch möglich seyn, daß, wenn auch der Dampf leichter, als das Wasser ist, ein Bläschen, ohne emporzusteigen, in einer engen Röhre zurückbleiben könnte. Ich erwähne dieses hauptsächlich um deßwillen, weil das Durchbrennen der Röhren ein Uebelstand ist, den man, meiner Meinung nach, ganz irrig diesem Kessel beigemessen hat. Um die Sache näher zu prüfen, habe ich

zwei Cylinder, wie z. B. D und H, durch eine Reihe von Glasröhren auf die Weise, wie bei C, E und K dargestellt ist, miteinander verbunden. Die schnelle und fortdauernde Circulation des Wassers war nun deutlich zu bemerken; es bildeten sich zwar Dampfbläschen in den Röhren, begaben sich aber mit unbegreiflicher Schnelligkeit in den obern Cylinder und auf die Oberfläche des Wassers, so daß die Glasröhren niemals eine höhere Temperatur, als diejenige des in derselben circulirenden Wassers erlangten.

Darin beruht, meiner Ansicht nach, der Hauptvorzug des von Hrn. Gurney erfundenen Kessels. Es ist unmöglich, daß irgend ein Theil des Metalles, aus welchem derselbe verfertigt ist, eine höhere Temperatur, als diejenige des Wassers annehmen kann, welches in dem Kessel enthalten ist, und bekanntlich läßt sich diese Temperatur mit der vollkommensten Sicherheit und Genauigkeit reguliren. Ich habe die Röhren dieses Kessels gesehen, während sie der Wirkung des Feuers ausgesetzt waren und nachdem die Einwirkung des Feuers eine lange Zeit gedauert hatte, aber nie habe ich bemerkt, daß der Ruß, von welchem sie überzogen sind, zu glühen begann, wie es der Fall zu seyn pflegt, sobald die Röhre bis auf einen gewissen Grad erhitzt wurde.

Da jeder Theil dieses Kessels cylindrisch ist, so hat er die Gestalt, welche, mechanisch betrach-

tet, die größte Stärke verspricht und auch innerhalb gegebener Dimensionen die größte Quantität Wasser zu fassen vermag. Er unterliegt auch nicht den Mängeln, welche von ungleicher Ausdehnung herrühren, die sich bei den Röhrenkesseln so nachtheilig erwiesen hat. Die Röhren C und K können sich in der Richtung ihrer Länge ungehindert ausdehnen, ohne an ihren Verbindungspunkten lokker zu werden, und ohne irgend einem Theile des Apparates Gewalt anzuthun. Die Röhren E sind kurz und einem sehr geringen Grade der Ausdehnung unterworfen, und es ist begreiflich, daß die langen Röhren, mit welchen sie verbunden sind, so weit nachgeben, ohne dabei Schaden zu leiden, und ohne selbst dahin zu wirken, daß irgend ein Theil des Apparates locker wird. Dieser Vortheil wird um so schätzbarer, wenn man damit den bereits erwähnten Mangel an den Kesseln zusammenhält, die auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester im Gebrauche sind.

Wenn Wasser in Dampf verwandelt wird, so scheidet sich jeder fremdartige, mit ihm verbundene Stoff aus und fällt zu Boden in dem Gefäße, in welchem das Wasser in Dampf verwandelt wird. Alle Kessel müssen deßhalb zuweilen gereinigt werden, um zu verhindern, daß der sich bildende Pfannenstein nicht zu stark werde. Diese Operation hat aber aus einleuchtenden Gründen bei den sogenannten Röhrenkesseln ihre besondere Schwierigkeit. In

dem vorliegenden Falle würde sich der Niederschlag in den Röhren C und K sammeln und als Pfannenstein ansetzen, ja dieselben ganz ausfüllen, wenn er nicht beseitigt wird. Außerdem würde noch eine weit nachtheiligere Folge damit verbunden seyn. Da dieser Pfannenstein nämlich ein schlechter Wärmeleiter ist, so würde er den Uebergang der Wärme aus dem Feuer ins Wasser verhindern und bewirken, daß das Metall der Röhre in zu hohem Grade erhitzt wird. Hr. Gurney sah nun diesen Nachtheil ein und ersann ein sinnreiches chemisches Verfahren, ihn zu beseitigen, indem er nämlich zuweilen eine Säure in die Röhren spritzte, die sich mit dem Pfannensteine verbindet und ihn mit fortnimmt. Dieses Verfahren leistete, was man von ihm verlangte; und obgleich die praktische Anwendung desselben in den Händen gemeiner Arbeiter mit Schwierigkeiten verbunden war, so ließ sich Hr. Gurney vom verstorbenen Dr. Wollaston dennoch bereden, dabei zu beharren, bis endlich die Erfahrung lehrte, daß es unter den Umständen, in welchen die Kessel gewöhnlich gebraucht werden, nie ganz vollkommen angewendet werden könne. Hr. Gurney bediente sich nun des einfachern, jedoch nicht minder wirksamen Mittels, den Pfannenstein auf mechanischem Wege zu entfernen. Den Mündungen der Röhren gegenüber und an der andern Seite der Cylinder D und H sind eine Menge Löcher angebracht, welche, wenn der Kessel im Ge-

brauch ist, mittelst eingeschraubter Metallstücke verschlossen sind. Sollen die Röhren gereinigt werden, so nimmt man diese Stöpsel heraus und führt einen eisernen Krätzer durch die Löcher in die Röhren; indem man denselben nun rückwärts und vorwärts zieht, entfernt man leicht und vollständig allen Pfannenstein. Der Kessel läßt sich auf diese Weise von einem gewöhnlichen Arbeiter in einem halben Tage reinigen, und die Kosten betragen in England etwa 1 Sch. 6 P.

Wie häufig ein Kessel dieser Art gereinigt werden muß, hängt großentheils von der Beschaffenheit des Wassers ab, welches in demselben verdampft wird. Ein Kessel im täglichen Gebrauche, welcher mit Themsewasser gespeist wird, braucht monatlich nur einmal gereinigt zu werden; wird er aber mit dem in dieser Beziehung schlechtesten Wasser gespeist, so muß man ihn alle 14 Tage reinigen.

§. 110.

Bei den neuern, von Hrn. Gurney construirten Kesseln wird der Zug im Ofen auf die Weise erhalten, daß der benutzte Dampf in den Schlot streichen muß; und dadurch wird der Zweck so vollständig und vollkommen erreicht, daß dieses Mittel schwerlich von irgend einem andern verdrängt werden dürfte. Bei Gelegenheit der Dampfwagen auf Chausseen hat man dagegen blos eingewendet, daß

das Getöse, welches dadurch erzeugt wird, geeignet sey, die Pferde scheu zu machen.

Herr Gurney hat neuerdings eine Einrichtung getroffen, durch welche auch dieser Einwand beseitigt wird. In den Dampfwagen auf der Liverpool-Eisenbahn wird der Dampf direct durch das Ausführungsrohr aus dem Cylinder in den Schlot geleitet, und er entweicht daselbst in Stößen, welche der abwechselnden Bewegung der Kolben entsprechen, und erzeugt ein Getöse, welches zwar auf der Eisenbahn mit keinem Nachtheile verbunden ist, aber auf Chausseen sicherlich als ein Uebelstand betrachtet werden würde. Bei der Dampfmaschine, deren sich Herr Gurney für seinen Dampfwagen bedient, begiebt sich der Dampf aus den Cylindern in eine Kammer, welche er eine Blasebüchse nennt. Diese Büchse dient für denselben Zweck, wie die obere Abtheilung eines Balggebläses in einer Schmiede. Sie empfängt nämlich den Dampf aus den Cylindern in abwechselnden Stößen, läßt ihn aber in den Schlot durch eine Menge enger Mundstücke in einer ununterbrochenen Strömung entweichen. Dadurch wird ein weit stärkerer Zug hervorgebracht, ohne daß man ein Getöse vernimmt. Es ist noch ein anderer Ausweg für den Dampf angebracht, so daß der Wagenlenker im Stande ist, den Zug im Schlote zu verstärken, oder zu schwächen, oder gänzlich aufzuheben, um auf diese Weise die Intensität des Feuers für den Bedarf unterwegs ge-

hörig abmessen zu können. Dieses ist in der Praxis von großer Bequemlichkeit, weil auf manchen Straßentheilen kaum der geringste Zug nöthig ist, während auf andern ein sehr starker Zug zum Bedürfnisse wird.

Mit dieser Blasebüchse steht ein anderer sinnreicher Apparat von großer praktischer Wichtigkeit in Verbindung. Die Röhre, welche den Kessel mit Wasser speist, ist durch diese Blasebüchse geleitet und macht in derselben mehrere Spiraltouren, so daß ein langer Strahl des Speisewassers der Wärme des benutzten Dampfes, welcher in diese Blasebüchse eingeschlossen ist, exponirt wird. Das Speisewasser wird in dieser spiralförmigen Röhre von der gewöhnlichen Temperatur, d. h. von etwa 60° bis auf 212° erwärmt. Es wird deßhalb das hiezu nöthige Brennmaterial erspart, und der Betrag desselben wird zu $^1/_6$ des ganzen Brennmateriales berechnet, welches zum Verdampfen des Wassers nöthig ist. Dadurch wird also der sechste Theil der Kosten auf Brennmaterial erspart, aber auch, was für einen Dampfwagen noch weit wichtiger ist, der sechste Theil der Last der Maschine ohne ein Opfer ihrer Kraft. Noch ein anderer großer Vortheil ist damit verbunden. Das Speisewasser in der eben erwähnten schlangenförmigen Röhre verdichtet, während es dem umgebenden Dampf in der Blasebüchse die Wärme entzieht, den sechsten Theil dieses benutzten Dampfes, der von hier in den Be-

hälter zurückläuft, aus welchem das Speisewasser durch die Pumpe gefördert wird, und man erspart auf diese Weise an Last und Raum den sechsten Theil des Wassers, welches zur Speisung des Kessels vom Wagen eingenommen werden muß. *)

Die Beseitigung alles unangenehmen Geräusches anlangend, erreicht diese Einrichtung erfahrungsmäßig ihren Zweck vollkommen. **)

In allen Kesseln verursacht das heftige Sieden eine große Bewegung im Wasser und eine Menge Gegenströmungen, so daß der Dampf, indem er sich von der Oberfläche des Wassers erhebt, eine beträchtliche Quantität Wasser in mechanischer Beimischung mit fortführt. Wird dieses Wasser mit durch die Cylinder geführt, so verursacht es einen großen Verlust an Wärme und Wasser, und hat

---

*) In Kesseln, welche für feststehende Dampfmaschinen, oder für den Zweck der Dampfschiffahrt construirt werden, wird das Dampfrohr durch die Blasebüchse geleitet und bildet alsdann eine Menge Zickzacktouren über dem Kessel, um die aus dem Kessel verlorengehende Wärme, ehe sie den Schlot erreicht, aufzunehmen. Aber bei Dampfwagen auf gewöhnlichen Chausseen hat die Erfahrung gelehrt, daß die Kraft, welche durch die verlorengehende Wärme gewonnen wird, nicht ausländlich ist, um das Gewicht des Materiales fortzubewegen, welches zum Aufstangen dieser Wärme erforderlich ist.

**) Man vergleiche den Bericht des vom Unterhause niedergesetzten Ausschusses.

noch andere nachtheilige Folgen, da es keine der Eigenschaften des Dampfes besitzt und zur Kraft des Dampfes, mit welchem es verbunden ist, nichts beiträgt. In jedem Kessel sollte deßhalb irgend eine Vorrichtung zur Abscheidung des im Dampfe schwebenden Wassers, ehe der Dampf in den Cylinder tritt, angebracht seyn. Bei gewöhnlichen ebenen Kesseln erfüllt der große Raum über der Wasseroberfläche diesen Zweck. Da der Dampf in solchen Kesseln keinerlei Art von Bewegung oder Störung erfährt, so fällt das Wasser, welches in demselben mechanisch schwebt, vermöge seiner eigenen Schwere nieder und läßt in dem obern Raume reinen Dampf.

Bei kleinen Röhrenkesseln hat diese Sache indessen größere Schwierigkeit. Die engen Räume, in welchen das Sieden stattfindet, bewirken, daß das Wasser sich in größerer Quantität mit dem Dampfe vermischt, als es in gewöhnlichen ebenen Kesseln der Fall seyn kann, und der Mangel desselben Dampfraumes macht auch die Trennung des Wassers vom Dampf schon schwieriger. Diesen Uebelständen hat nun Hr. Gurney abgeholfen und sie durch mehrere sehr glücklich ausgedachte mechanische Vorrichtungen ganz beseitigt. Ich habe bereits der schnellen und regelmäßigen Circulation Erwähnung gethan, welche durch die Anordnung der Röhren bewirkt wird. Dadurch wird eine Regelmäßigkeit in den Strömungen hergestellt, was

schon allein dazu beiträgt, die Mischung des Wassers mit dem Dampfe zu vermindern. Aber ausserdem ist für eine sehr wirksame Scheidung im Gefäß I gesorgt, welches ein starker eiserner Cylinder von einiger Größe ist, auf welchen das Feuer keinen unmittelbaren Einfluß hat. Eine partielle Scheidung des Dampfes vom Wasser findet im Cylinder H statt, und der Dampf nebst dem mechanisch in ihm schwebenden Wasser (nach einem technischen Ausdrucke der feuchte Dampf genannt) steigt in den Scheider I. Da er hier von aller Bewegung und von Strömungen frei ist und sich eigentlich im Zustande der Ruhe befindet, so fallen die Wassertheilchen nieder, während der reine Dampf schwebend bleibt. Dieser Scheider erfüllt deßhalb alle Zwecke des Dampfraumes über der Oberfläche des Wassers in den großen ebenen Kesseln. Der trockene Dampf wird auf diese Weise gesammelt und ist nun geeignet, durch die Röhre N in die Maschine überzugehen, während das abgeschiedene Wasser sich am Boden des Scheiders sammelt, durch die Röhre T in das unterste Gefäß D gelangt, um von Neuem im Kessel zu circuliren.

Die Kolben der Dampfmaschine wirken auf die Axen der Hinterräder des Wagens, der die Maschine trägt, durch Krummzapfen, wie es auch bei den Dampfwagen auf der Manchester-Eisenbahn der Fall ist, so daß also die Axe in bestän-

diger Umdrehung erhalten wird, so lange die Dampfmaschine arbeitet. Die Räder von dieser Axe sind nicht permanent fest geschlossen, wie bei den Dampfwagen auf der ebengedachten Eisenbahn, sondern können sich auch an der Axe auf dieselbe Weise drehen, wie gewöhnliche Wagenräder. Gleich an der innern Seite dieser Räder sind an der Axe zwei vorspringende Speichen oder Hebel befestigt, die mit der Axe sich umdrehen und die Stellung zwei entgegengesetzter Speichen des Rades annehmen. Diese kann man nun manchmal am Rade befestigen, oder wieder lösen, so daß im erstern Falle die Räder sich mit der Axe drehen müssen, oder im zweiten Falle die Axe sich ohne das Rad, oder das Rad ohne die Axe, nach Willkühr des Wagenlenkers, drehen kann. Mittelst dieser Hebel ist die Maschine im Stande, eins, oder beide Räder zu treiben. Wenn beide Paar Speichen an die Räder geschlossen werden, so bewirkt die Kurbelwelle oder die Axe, daß beide Räder mit ihr sich drehen, und in diesem Falle ist die Wirkung des Wagens ganz so, wie bei den Dampfwagen auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester; aber beide Räder treiben zu lassen, ist selten nöthig, da die Anhaftung eines Rades auf der Straße in der Regel auslangend ist, den Wagen zu treiben, und folglich nur ein Paar dieser festen Hebel in der Regel angewendet und der Wagen nur von einem der beiden Hinterräder getrieben

wird. Die Vorderräder des Wagens drehen sich um einen Bolzen, wie diejenigen einer vierrädrigen Kutsche. Die Stellung dieser Räder läßt sich nach Belieben mittelst eines einfachen Getriebes und eines kreisförmigen Zahnstockes vom Wagenlenker verändern, und auf diese Weise wird der Dampfwagen mit Genauigkeit und Leichtigkeit gelenkt.

Die zum Fortbewegen eines Wagens auf gewöhnlichen Fahrstraßen nöthige Zugkraft muß, je nach der Qualität der Fahrstraße, verschieden seyn, und folglich muß man die Treibkraft oder den Druck auf den Kolben der Dampfmaschine auf eine entsprechende Art verändern können; aber eine weit größere Veränderung machen die wellenförmige Gestaltung und die Anhöhen nöthig, die man auf allen gewöhnlichen Chausseen findet. Diese nothwendige Veränderung in der Intensität der Triebkraft erlangt man bei Hrn. Gurney's Dampfwagen durch Zurückhalten des Dampfes im Kessel mittelst des Drosselventiles, wie bereits bei Gelegenheit der Dampfwagen auf Eisenbahnen beschrieben worden ist. Im gegenwärtigen Falle findet indessen dieses Princip eine viel weitere Anwendung. Der Dampf im Kessel kann einen Druck von 100 bis 200 Pfund auf den Quadratzoll besitzen, während der Druck auf den Quadratzoll des Kolbens nicht über 30 oder 40 Pfund beträgt. Der Dampfwagenlenker ist also jederzeit im Stande,

die Kraft außerordentlich zu steigern, und kann z. B. an einer Anhöhe oder auf einer holprigten Straßenstrecke immer so viel Kraft anwenden, als er jedesmal bedarf.

Die beiden Schwierigkeiten, welche man beim praktischen Betrieb von Dampfwagen auf gewöhnlichen Fahrstraßen immer fürchtete, waren:

1) Die Unzulänglichkeit der Kraft der Dampfwagen an Steigungen und auf holprigten Straßenstrecken; und

2) die Unzulänglichkeit der Räderanhaftung auf der Straße, um den Wagen fortzubewegen.

Die erste dieser Schwierigkeiten ist durch die Einrichtung von Gurney's Kessel völlig überwunden, indem man in demselben Dampf von sehr großer Spannkraft beständig mit vollkommener Sicherheit erhalten kann. Die zweite Schwierigkeit anlangend, beweisen Gurney's sämmtliche Versuche, daß man keinen Grund für die Behauptung habe, die Anhaftung der Räder sey für die Zwecke der Fortbewegung in irgend einem Falle unzulänglich. Er sagt, daß es ihm gelungen sey, blos mit Hülfe der Anhaftung beträchtliche Anhöhen auf den Chausseen um London herum bergauf zu fahren. Er machte eine Reise nach Barnet mit einem, an der Axe befestigten Rade und fand dieses ausreichend, um mit dem Wagen an allen Anhöhen dieser Straße bergauf zu fahren. Derselbe Wagen kam auch mit einem einzigen treibenden Rade nach

Bath und fuhr über alle Anhöhen zwischen der Cranford = Brücke und Bath auf der Hin = und Herreise.

Ein doppelter Zug des Kolbens bewirkt einen Umgang der Treibräder und bewegt den Wagen durch einen Raum, welcher gleich ist dem Umfange dieser Räder. Es ist deßhalb einleuchtend, daß, je größer der Durchmesser der Räder ist, der Wagen sich um so besser für die Geschwindigkeit eignet; Räder von kleinerm Durchmesser eignen sich dagegen besser für Kraft. Die Treibkraft einer Maschine an den Rädern verhält sich deßhalb umgekehrt, wie der Durchmesser derselben. Bei Fuhrwerk, welches große Lasten mit einer mäßigen Geschwindigkeit transportiren soll, wendet man kleinere Räder an, während für Wagen, die zum Transport von Passagieren mit beträchtlicher Geschwindigkeit benutzt werden sollen, Räder von 5 Fuß Durchmesser am vortheilhaftesten sind.

Unter den vielen, im Volke herrschenden Vorurtheilen, welche diese neue Erfindung veranlaßt hat, ist dasjenige eins der nachtheiligsten in seinen Folgen, und zugleich durch seine Falschheit am auffallendsten, daß die auf diese Weise fortbewegten Wagen den Chausseen weit mehr Nachtheil bringen, als Wagen, welche von Pferden gezogen werden. Dieser Irrthum ist in dem Zeugenverhör und der Untersuchung vor dem Ausschusse des Unterhauses auf eine höchst klare und gelungene Weise aufge=

deckt worden. Es ist daselbst vollkommen bewiesen worden, nicht allein, daß mit Dampf fortbewegte Wagen eine Chaussee nicht schneller abnutzen, als Wagen, die von Pferden gezogen werden, sondern daß auch auf der andern Seite die Abnutzung, welche durch die Hufen der Pferde herbeigeführt wird, weit rascher und zerstörender ist, als die von den Wagenrädern herbeigeführte. An den Dampfwagen lassen sich breite Radreife anbringen, so daß die Räder mehr wie Walzen wirken und dadurch dem Material, aus welchem die Fahrstraße besteht, mehr Consistenz und Festigkeit geben. Da es aufs vollkommenste erwiesen ist, daß die Treibräder auf der Chaussee nicht schleifen, so wirken sie in keiner Art nachtheiliger, als die gewöhnlichen Laufräder; die durch einen Dampfwagen herbeigeführte Abnutzung auf einer Chaussee ist deßhalb nicht beträchtlicher, als diejenige, welche ein von Pferden gezogener Wagen von gleicher Last und von gleich breiten Radreifen verursachen muß; aber die Abnutzung, welche die Pferdehufe während des Zuges hervorbringen, ist manchmal viel größer, als die Abnutzung, die ein Wagen hervorbringen kann. Wer über diesen Gegenstand noch Zweifel nährt (wenn es überhaupt solche Personen noch geben sollte), wird sich vollkommen zufrieden gestellt finden, wenn er das Zeugenverhör gelesen hat, welches den im October 1831 gedruckten Bericht des Ausschusses des Unterhauses begleitet. In diesem

Bericht ist nicht allein dargethan, daß bei der Einführung von Dampfwagen die Chausseen beträchtlich weniger abgenutzt werden, sondern auch, daß die Ausführbarkeit, mit solchen Wagen auf Chausseen zu fahren, mit unermeßlicher Ersparniß für's Publikum, mit weit größerer Geschwindigkeit und andern Bequemlichkeiten für den Reisenden verbunden ist.

Die Last der an den Dampfwagen nöthigen Maschinerie wird manchmal als ein Einwand gegen ihren praktischen Nutzen aufgestellt. Hr. Gurney sagt, daß durch successive Verbesserungen in den einzelnen Theilen der Maschinerie die Last seiner Wagen mit Ausschluß der Ladung des Brennmateriales und des Wassers bis auf 35 Centner reducirt worden sey, ohne an Triebkraft etwas zu verlieren; er hält es aber für möglich, die Last seines Dampfwagens noch ferner zu vermindern. Eben wird ein Dampfwagen gebaut, der nicht über 5 Centner wiegen, die Arbeit eines Pferdes verrichten und zwei, oder drei Personen fahren soll. Bei diesen besondern Wagen ist es hauptsächlich auf Geschwindigkeit abgesehen. Der Durchmesser der Treibräder soll fünf Fuß, und die Breite des Radreifens gegen $3^1/_2$ Zoll betragen. Ein von Hrn. Gurney gebauter Dampfwagen, welcher 35 Centner wiegt und 8 Stunden lang arbeitet, verrichtet seiner Angabe nach, die Arbeit von 30 Pferden. Er rechnet, daß sein Dampfwagen, der 18 Perso-

nen zu ziehen im Stande ist, an Schwere 4 Pfer=den gleichkommt, und daß der Wagen, in welchem diese Personen fortgezogen werden, eben so schwer sey, als eine gewöhnliche Postkutsche, welche im Stande ist, dieselbe Zahl von Personen aufzuneh=men. Die Last des Ganzen des eigentlichen Dampf=wagens und des Wagens für die Passagiere würde also der Last eines gewöhnlichen Postwagens mit seinen vier Pferden ganz gleichkommen.

§. 111.

Es giebt zweierlei Arten, die Dampfwagen auf gewöhnlichen Chausseen für den Transport von Passagieren, oder Gütern zu benutzen; die eine be=steht darin, daß man den Dampfwagen selbst die Last tragen, und die andere, daß man ihn die Last ziehen läßt; und verschiedene Dampfwagen=Unter=nehmer haben die eine, oder die andere Art ange=wendet. Jede hat ihre Vortheile und ihre Nach=theile. Wenn derselbe Wagen die Dampfmaschine und die Last zugleich transportirt, so wird das Ge=sammtgewicht im Verhältnisse zur transportirten Last geringer seyn, und es kann auch ein größerer Druck auf die Räder hervorgebracht werden, von welchen die Last getrieben wird. Man hat auch gemeint, daß damit eine größere Leichtigkeit im Drehen und Lenken des Fuhrwerks, eine größere Sicherheit beim Bergabfahren, und eine Ersparniß in der ersten Anschaffung erlangt werde. Wenn

dagegen die Passagiere mit der Dampfmaschine sich auf demselben Wagen befinden, so sind sie nothwendig dem Getöse der Maschine, so wie der Hitze des Kessels und Ofens weit mehr exponirt. Die Gefahr der Explosion ist so gering, daß sie vielleicht kaum erwähnt zu werden verdient; aber selbst die Furcht vor Gefahr von Seiten der Passagiere, selbst wenn sie grundlos wäre, dürfte nicht unberücksichtigt bleiben. Diese Befürchtniß wird offenbar beseitigt, oder vermindert, wenn man die Passagiere in einen von der Maschine getrennten Wagen bringt; aber der größte Vortheil, den die Trennung der Dampfmaschine und der Passagiere gewährt, ist die Leichtigkeit, mit welcher man eine Dampfmaschine mit einer andern, wie die Pferde auf den verschiedenen Stationen, vertauschen kann, für den Fall, daß unterwegs eine Beschädigung, oder eine Störung der Ordnung entsteht; oder wenn eine solche Beschädigung an einer Stelle vorfällt, wo kein anderer Dampfwagen zu haben ist, kann man die Ladung, oder die Passagiere bis zu einer Station, wo sich ein anderer Dampfwagen befindet, durch Pferde fortschaffen. Schon der Umstand bringt Vortheil, daß, wenn die Dampfmaschinen reparirt, oder gereinigt werden, die Kutschen für den Transport der Passagiere nicht müßig zu stehen brauchen. Man braucht also, wenn man die Maschine ziehen läßt, nicht so viel Wagen zum Transport der

Passagiere, als wenn man sie die Last tragen läßt.

Für den Fall, daß eine sehr mächtige Maschine angewendet wird, um große Lasten fortzuschaffen, würde es gar nicht angehen, die Maschine und die Last auf vier Räder zu bringen, indem dann der Druck stärker seyn würde, als eine Chaussee ihn vertragen kann. In diesem Falle würde es sich unerläßlich nothwendig machen, wenigstens einen Theil der Last auf besondern Wagen von der Maschine ziehen zu lassen.

Vergleicht man die Fortbewegung der Wagen durch Dampf mit der Fortbewegung derselben durch Pferdekraft, so zeichnet sich die erstere Fortbewegungsart besonders durch die Sicherheit aus, welche sie dem Reisenden gewährt. Die Dampfkraft läßt sich auf das Vollkommenste controliren, und ein durch diese Kraft getriebener Wagen kann mit bewundernswerther Genauigkeit gelenkt werden. Man kann ihn auch fast mit einemmal hemmen, wie groß auch die Geschwindigkeit seiner Bewegung sey; er läßt sich in einem viel kleinern Raume wenden, als vierspännige Postkutschen. Soll damit um scharfe Ecken gefahren werden, so ist, bei ganz gewöhnlicher Sorgfalt von Seiten des Conducteurs, gar keine Gefahr vorhanden. Pferdekraft dagegen läßt sich, wie bekannt, sehr unvollkommen regieren, besonders wenn die Pferde in dem Stande sich befinden, mit derjenigen Geschwin-

digkeit den Wagen zu ziehen, wie man sie gegenwärtig für die Zwecke des Reisens allgemein als nothwendig betrachtet. „Die Gefahr des Durchgehens und Umschlagens des Wagens, sagt Hr. Farey bei seiner Vernehmung vor dem Ausschusse des Unterhauses, ist bei einem Dampfwagen um vieles geringer. Es hält sehr schwer, vier solche Pferde, wie sie nöthig sind, um eine schwere Postkutsche in der Stunde zehn englische Meilen weit zu ziehen, wenn sie scheu werden, oder durchgehen wollen, im Zaume zu halten; und um so geschwind zu reisen, müssen die Pferde stets so muthig gehalten werden, daß sie beim Bergabfahren und bei stärkeren Biegungen des Weges große Neigung zum Durchgehen haben. Die Dampfkraft bietet sehr wenig aus einer ähnlichen Quelle stammende Gefahr dar, indem sie sich vollkommen leicht regieren, und deren Kraft sich nach der entgegengesetzten Seite wenden läßt, so daß sie beim Bergabfahren aufhält. Das Umwerfen eines Dampfwagen, welcher die Passagiere auf demselben Gestelle führt, wie die Maschine, kann nur durch Nachläßigkeit geschehen. Befinden sich die Passagiere in abgesonderten Wagen, so lassen sich diese beim Fahren um Ecken und bergunter nicht so sicher, aber doch noch sicherer, als mit Pferden bespannte Postkutschen, regieren. Daß die Dampfkutsche aufhören mußte zu fahren, ist bisher oft vorgekommen, allein wenn ihr nicht mehr Arbeit zugemu-

thet wird, als sie leisten kann, so wird nicht öfter daran etwas entzwei gehen, als an gewöhnlichen Postkutschen. Die von Seiten des Platzens der Kessel drohende Gefahr ist die einzige neu hinzukommende, und diese halte ich für nicht so groß, als die von den Pferden veranlaßte. Es sind seit einer Reihe von Jahren verschiedene Dampffuhrwerke auf den Eisenbahnen beständig in Gebrauch gewesen, und diese haben sämmtlich auf hohen Druck eingerichtete Kessel, die weit gefährlicher sind, als Hrn. Gurney's und Hrn. Hancock's, mögen wir nun die Wahrscheinlichkeit, oder die Folgen einer Explosion betrachten; denn bei ihrem bedeutenden Durchmesser können sie den innern Druck des Dampfes weniger vertragen, und sie enthalten zugleich einen bedeutenden Vorrath von abgesperrtem Dampf und Wasser; indeß sind bei solchen Fahrmaschinen nur höchst selten Explosionen vorgekommen." Ich selbst habe auf der Eisenbahn nahe an einem Dampfwagen gestanden, als der Kessel platzte. Die Folge davon war, daß das Wasser aus den Röhren ins Feuer lief und dasselbe auslöschte, ein anderer Nachtheil war aber nicht damit verbunden.

In Fig. 75 ist einer der neuesten Dampfwagen des Hrn. Gurney abgebildet, der den Wagen, in welchem sich die Passagiere befinden, nachzieht. A die Lage des Dampfkessels. B das Dampfrohr, welches vom Kessel aus unter dem Bauche des

Wagens bis zum festen Punkte N, und von da niederwärts nach den Ventilkapseln C der Cylinder DD streicht. NN ist ein Drehungspunkt, oder Gewinde, auf welchem der Kasten, wenn die Feder über der Hinterachse spielt, steigt und fällt. Würden die Dampfröhren nicht bis dicht an diesen Punkt geführt, so könnten sie nicht dicht erhalten werden. Das Spiel der Federn würde deren Auslaufen verursachen. E das Rad der Parallelbewewegung. Dasselbe läuft horizontal zwischen den beiden parallelen Stangen G. Durch dieses Rad geht eine Spindel oder Achse, an deren Enden eine gabelförmige oder doppelte Verbindungsstange F befestigt ist, so daß bei der Drehung des Krummzapfens K die parallelen Stangen sich auf der innern Seite der Gabeln F befinden. An der im Grundriß gezeichneten Figur 76 sieht man dieß deutlicher, indem die beiden Gabeln dort in verschiedenen Lagen dargestellt sind, weil die beiden Kolben ihre Züge nicht gleichzeitig verrichten, damit einer dem andern über den Punkt der ungewissen Bewegung helfe. Bei H befindet sich die Wasserpumpe; jeder Cylinder ist mit einer solchen versehen, und jede derselben wird durch eine Verbindung mit der Kolbenstange des entsprechenden Cylinders in Thätigkeit gesetzt. Die Bewegung der Ventile wird durch excentrische Scheiben bewirkt, welche sich auf den Krummzapfenwellen weiter nach den Enden zu, als die Krumm-

zapfen, befinden. Die Ventilstäbe sind in der Grundrißzeichnung ganz schwarz dargestellt. An den äußersten Enden der Krummzapfenwelle, nämlich der Hinteraxe des Dampfwagens, und zwischen der Feder und dem Rade, sieht man zu beiden Seiten eine Vorrichtung P P, welche die Kraft von der Krummzapfenwelle auf den Kranz der Hinterräder überträgt, damit man diese möglich leicht anfertigen könne. Man wird bemerken, daß, wenn der Treibarm P in der obern Durchschnittszeichnung von der Maschine aus gegen den darüber abgebildeten Zapfen gedrückt wird, das Rad sich nach jener Richtung drehen, und der Wagen sich durch die Reibung am Wege fortbewegen müsse. Auf diese Weise nimmt man nach Umständen entweder ein Hinterrad, oder beide Hinterräder in Anspruch. Durch einfaches Hinwegnehmen des Zapfens bringt man es dahin, daß der Treibarm P sich dreht, ohne das Rad mit herumzunehmen, und so läßt sich also auf eine höchst einfache Weise eines der Räder in Thätigkeit setzen. Es hat sich, wie bereits erwähnt worden, in der Praxis gezeigt, daß ein Rad sogar hinreicht, um den Wagen bergauf zu bewegen, und die Einrichtung, daß beide Räder in Anspruch genommen werden können, ist streng genommen kaum nöthig. I ist die Vorrichtung zum Wenden; M (Fig. 76 und 77) das oben auf I befestigte Rad, welches der Conducteur nach derselben Richtung dreht, nach welcher

der Wagen sich wenden soll. Das Getriebe am untern Ende von I greift in einen Zahnbogen, welcher sich an der vordern Axe befindet, und es leuchtet ein, daß, wenn der auf dem Bocke sitzende Conducteur oder Kutscher das Rad M, auf dem seine Hand ruht, rechts dreht, das Getriebe die Zahnstange ebenfalls rechts herumnehmen und die vordern Räder eben so wirksam rechts wenden wird, als ob dieß von Pferden geschehe. Die hier zum Wenden angewandte Methode ist unstreitig noch zuverläßiger. Auf dem Fußbrete befindet sich ein Hebel L, welcher, wenn er von dem Conducteur in die Höhe gezogen wird, die Bewegung der Kolben umkehrt und auf diese Weise den Wagen zum Stillstand, oder, nach Belieben, zum Rückwärtsfahren bringt. Dieser Wagen wird lediglich zum Ziehen anderer Fuhrwerke benutzt, und es befinden sich auf demselben keine Passagiere. Auf dem Bocke sitzt der Conducteur, und im Innern desselben befindet sich der Kessel bei A, der Maschinen-Aufseher, das Wasser und das Brennmaterial bei R. An der höchsten Stelle des Dampfrohrs B B, bemerkt man einen Griff, mittelst dessen sowohl der Maschinenaufseher, als der Conducteur mehr Dampf anlassen kann, indem daran gedreht wird. Den Schlot hat Hr. Gurney hinten an dem Wagenbauch angebracht, und zwar so, daß er von Pferden auf den Wegen nicht gesehen werden kann. Das für den Kessel bestimmte Wasser wird hinter

dem Kutschbock durch eine Art von Trichter in die Cisterne eingefüllt.

Wenn der Wagen in Gang gebracht werden soll, so feuert man stark genug unter dem Kessel, und sobald die Dämpfe genug Kraft erhalten haben, öffnet der auf dem Bocke sitzende Conducteur durch Drehen an dem ihm zur Seite befindlichen Griffe die Dampfklappe, und der Dampf streicht durch BB nach den Cylindern DD.

§. 112.

Eine der größten Schwierigkeiten für die Dampfwagen auf einer Chaussee sind Anhöhen von beträchtlicher Steigung, denn es ist allgemein angenommen, daß Anhöhen von mäßiger Böschung keine Schwierigkeit darbieten, welche selbst bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse nicht leicht zu besiegen wären. Die Thatsachen, daß Hr. Gurney mit seinem Dampfwagen über Old Highgate Hill gefahren ist, zu einer Zeit, wo sein Wagen noch weit unvollkommener, als jetzt war, hat die Frage, ob die Schwierigkeit besiegt werden könne, entschieden, aber noch immer bleibt zu entscheiden, ob nicht die Mittel, durch welche man an sehr steilen Anhöhen dem Bedürfniß abhilft, weit mehr Nachtheil bringen, als man dabei gewinnt, wenn man über dergleichen Anhöhen mit dem Dampfwagen fahren kann; und Hr. Farey, dessen Autorität bei Gegenständen dieser Art alle Anerkennung

verdient, ist der Meinung, daß es im Ganzen vortheilhafter sey, an sehr starken Steigungen lieber noch Postpferde zur Hülfe zu nehmen, als der Maschine die Kraft und Stärke für so selten vorkommende Fälle zu geben und sich den damit verbundenen Nachtheilen zu unterwerfen. Fragt es sich bloß, ob die nöthige Bewegkraft aufgeboten werden könne, so möchte, meines Erachtens, Gurney's Kessel alles darbieten, was für eine Anhöhe sich nöthig macht, wie sie auf Chausseen vorzukommen pflegen; aber man darf nicht vergessen, daß nicht allein ein hinlänglicher Vorrath von Bewegkraft, sondern auch eine Stärke und Schwere in der Maschinerie, welche der auszuübenden Kraft proportional ist, sich unerläßlich nothwendig macht. Die Stärke und die Schwere, die sich am Dampfwagen nöthig macht, um an sehr steilen Anhöhen bergauf fahren zu können, ist beträchtlich größer, als um auf einer ebenen Chaussee, oder an Hügeln von mäßiger Steigung bergan zu fahren; und es folgt daraus, daß, wenn solche steile Anhöhen bloß mit Hülfe des Dampfwagens passirt werden sollen, der Dampfwagen mit der ganzen Last der Maschinerie, die für solche äußerste Fälle nöthig ist, beladen werden muß, während diese Vermehrung der Last auf allen andern Theilen der Chaussee ganz unnöthig ist und deßhalb ein nachtheiliges Hinderniß wird, weil der Dampfwagen nun um so viel weniger Güter, oder Passagiere transpor-

tiren kann, und dadurch in der That die Leistung der Maschine verhältnißmäßig vermindert wird. Es muß indessen bemerkt werden, daß in Betreff dieses Punktes die Meinungen getheilt sind, und daß manche Männer von competentem Urtheil es für ausführbar halten, einen Dampfwagen ohne lästiges Gewicht zu bauen, der alle Anhöhen zu passiren vermag, die auf Chausseen nur vorkommen.

Dem sey übrigens, wie ihm wolle, so ist diese Schwierigkeit bei dem verbesserten Systeme der Chausseen in England verhältnißmäßig immer sehr geringfügiger Art. Würde man Pferde noch zur Unterstützung an solchen Anhöhen nehmen, welche der Dampfwagen mit eigener Kraft nicht zu passiren vermag, so machte sich vielleicht eine solche Beihülfe auf der Poststraße zwischen London und Holihead nur zwei- oder dreimal nothwendig, und dasselbe gilt von den Chausseen, welche die wichtigsten Punkte des Verkehrs im Königreiche verbinden. Solche Anhöhen, wie die Steigung bei Pentonville auf New-Road, die Steigung in St. James-Street, die Steigung vom Waterloo-Platz nach dem County Fire Office, die Steigung bei Highgate Archway bieten nicht die geringste Schwierigkeit dar. Nur Old Highgate Hill und Anhöhen ähnlicher Art möchten immer eine Unterstützung des Dampfwagens durch Pferde erheischen. Ich bin deßhalb geneigt, Hrn. Farey darin beizutreten, daß es wenigstens für jetzt zweck-

mäßiger sey, Dampfwagen zu bauen, die nur mäßige Anhöhen passiren können, und an solchen beträchtlicheren Steigungen, deren eben gedacht worden ist, sich der Beihülfe von Postpferden zu bedienen.

§. 113.

In dem Kessel, dessen sich Walter Hancock auf seinen Dampfwagen bedient, wird die Vertheilung des Wassers dadurch bewerkstelligt, daß ein Kasten durch eine Menge dünner Metallplatten, wie eine galvanische Batterie, Scheidewände bekommt, so daß das Wasser zwischen einem Paar Platten ums andere bei E Fig. 78 sich befindet und die Zwischenräume H den Heitzraum bilden, durch welchen Flamme und heiße Luft getrieben werden.

Auf diese Weise sind eine Menge dünner Wasserschichten auf beiden Seiten der heftigsten Einwirkung der Flamme und der heißen Luft exponirt, so daß ein Dampf von hoher Spannkraft in reichlicher Menge und mit beträchtlicher Schnelligkeit erzeugt wird. Die Platten, welche den Kessel bilden, sind durch starke eiserne Bänder, welche durch den Kessel im rechten Winkel zu den Platten laufen, zusammengebolzt, wie in der Figur angegeben ist. Der Raum zwischen den Platten beträgt zwei Zoll.

Dadurch entstehen 10 Kammern fürs Wasser und zwischen denselben 10 Heitzkanäle. Unter den Heitzkanälen befindet sich der Feuerraum oder der Rost mit sechs Quadratfuß Brennmaterial in lebhafter Verbrennung. Die Kammern sind alle ungefähr bis zu zwei Drittel ihrer Tiefe mit Wasser gefüllt, und der letzte Drittheil ist für den Dampf bestimmt. Die Wasserkammern stehen der ganzen Reihe nach oben und unten miteinander in Verbindung und werden durch zwei starke Bolzen zusammen gehalten. Schraubt man von diesen Bolzen die Schraubenmuttern ab, so kann man die Kammern trennen und folglich auch durch Anziehen der Schraubenmuttern dieselben ganz feststellen. Der Kessel wird mittelst einer Druckpumpe gespeist, und der Dampf entweicht oben aus dem Mittelpunkte einer dieser Kammern.

Diese Kessel sind so gebaut, daß sie einen Druck von 400 oder 500 Pfund auf den Quadratzoll vertragen, aber der mittlere Druck des Dampfes auf das Sicherungsventil beträgt 60 bis 100 Pfund auf den Quadratzoll. Hundert Quadratfuß Oberfläche, die mit dem Wasser in Berührung stehen, sind dem Feuer exponirt. Ein solcher Dampfwagen pflegt, nachdem er eine Strecke von 8 englischen Meilen zurückgelegt hat, einen frischen Vorrath von Brennmaterial und Wasser einzunehmen und braucht für jede solche Station gegen zwei Buschels abgeschwefelte Steinkohlen.

Der Dampfwagen des Hrn. Hancock unterscheidet sich von demjenigen des Hrn. Gurney dadurch, daß bei ersterem die Passagiere und die Dampfmaschine auf demselben Gestelle sich befinden. Der Kessel befindet sich hinter dem Wagen, und zwischen ihm und den Passagieren, die den vordern Theil des Wagens einnehmen, ist ein Maschinenhaus, so daß die ganze Maschinerie hinter den Passagieren liegt. Diese Dampfwagen sind auf 14 Passagiere eingerichtet und wiegen mit Ausschluß ihrer Ladung ungefähr $3^1/_2$ Tonnen; die Radreifen sind gegen $3^1/_2$ Zoll breit. Hr. Hancock sagt, daß die Construction dieses Kessels so beschaffen sey, daß selbst beim Platzen desselben keine Gefahr und keine weitere Unannehmlichkeit zu befürchten sey, als der Stillstand des Wagens. Er sagt, daß ihm einmal der Wagen, während er mit einer Geschwindigkeit von 9 englischen Meilen auf die Stunde, und mit einem Druck von 100 Pfund auf den Quadratzoll mit 13 Passagieren gefahren habe, plötzlich stillgestanden sey. Anfangs war die Ursache dieses Zufalles nicht zu entdecken, als aber einer des Hähne des Kessels geöffnet wurde, fand man, daß letzterer weder Dampf, noch Wasser enthielt. Eine weitere Untersuchung zeigte, daß der Kessel geplatzt sey. Als die Bolzen losgeschraubt wurden, entdeckte man mehrere große Löcher in den Platten der Wasserkammer, aus welchen sich das Wasser ins Feuer ergossen

hatte, aber weder Getöse noch Explosion, noch irgend eine gefährliche Folge war daraus entstanden.

Verglichen mit Hrn. Gurney's Kessel hat dieser Kessel einige offenbare Fehler. Es liegt auf der Hand, daß dünne ebene Platten, aus dem mechanischen Standpunkte betrachtet, diejenige Form sind, welche am wenigsten Stärke versprechen; auch scheint dadurch kein wesentlicher Vortheil gewonnen zu werden, wenn man annehmen muß, daß dieses durch die Größe der Oberfläche ersetzt wird, welche der Wirkung des Feuers exponirt ist. Ein großer Fehler ist es, daß ein Theil der Oberfläche jeder Platte dem Feuer ausgesetzt ist, ohne mit Wasser in Berührung zu stehen; denn in dem oberen Theile der Räume E Fig. 78 ist nur Dampf enthalten. Von Maschinenbauern ist die Beobachtung gemacht und auch sonst durch Versuche dargethan worden, daß, wenn Dampf auf der Oberfläche des Wassers erhitzt wird, er sich zersetzt und seine Elasticität verliert. Dieß ist nicht das einzige mit dieser Einrichtung verbundene Uebel, denn auch auf diesen Theil des Metalles wirkt ja das Feuer, zwar allerdings nicht so mächtig, als auf denjenigen Theil, welcher das Wasser enthält, doch aber immer stark genug, um das Metall zu zerstören. Hr. Hancock schien diesem Uebelstande dadurch abhelfen zu wollen, daß er zuweilen die Kammern umkehrt, nämlich den unteren Theil oben hin, und den obern nach unten bringt. Das-

durch läßt sich die Abnutzung, welche die Wirkung des Feuers auf das nicht mit Wasser in Berührung stehende Metall hervorbringt, zwar ausgleichen, aber dennoch wird die Abnutzung im Ganzen nicht minder rasch von Statten gehen. Es scheint auch für keinen Raum in diesem Kessel gesorgt zu seyn, wo das Wasser vom Dampfe geschieden wird, welchem es beigemengt war; mit einem Wort, es ist keine Einrichtung vorhanden, welche die Function von Gurney's Scheider vertreten könnte. Dadurch entsteht beträchtlicher Verlust an Kraft bei der praktischen Anwendung.

Die Roststäbe, auf welchen das Feuer brennt, sind aus massivem Metall verfertigt, und die Gluth, welche sie auszuhalten haben, ist so heftig, daß in einer beständig arbeitenden Dampfmaschine sie unmöglich, ohne erneuert zu werden, länger, als eine Woche dauern können, wenn überhaupt so lange. Der Zug wird in dieser Maschine durch Windmühlenflügel unterhalten, welche die Dampfmaschine in Umdrehung versetzt. Darin liegt, im Vergleiche zu den andern Dampfwagen, vielleicht einer der größten Mängel. Die Quantität Kraft, welche für diese Art von Gebläse aufgewendet und der Maschine entzogen werden muß, ist sehr groß, und zwar so groß, daß sie vielleicht mehr, als die Hälfte der ganzen Arbeitskraft der Maschine beträgt. Dieser Mangel ist für die Maschine ein so nachtheiliger Umstand, daß der sinn-

reiche Erfinder, meines Erachtens, die Anwendung derselben gar nicht wird fortsetzen können. Hr. Hancock hat auch die Krummzapfen an seiner Treibewelle aufgegeben und durch eine Kette ohne Ende nebst Zahnrädern ersetzt. Auch dieses scheint mir fehlerhaft zu seyn, indem viel Kraft dadurch verloren geht; dagegen wird die Schwächung der Achse vermieden, die bei Anwendung von Krummzapfen immer herbeigeführt wird.

Hr. Hancock baut jetzt Wagen, welche auf New-Road zwischen Paddington und der Bank, und auf anderen Chausseen in der unmittelbaren Nähe London's fahren sollen.

§. 114.

Hr. Nathaniel Ogle von Southampton sagt, daß er unter dem Schutz eines Patentes einen Dampfwagen gebaut und sich einige Zeit damit abgegeben habe, mit demselben Versuchsfahrten zu machen. Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, Zeichnungen dieser Maschine zu sehen. Die folgende Beschreibung derselben ist indessen aus der Zeugenaussage des Hrn. Ogle vor dem Ausschusse des Unterhauses entnommen.

„Unser Versuchswagen, welcher etwas über drei Tonnen wiegt, ist von London nach Southampton und auf den Wegen in der Nachbarschaft von Millbrook mit verschiedenen Geschwindigkeiten gefahren. Die größte Geschwindigkeit, welche wir

auf einem naſſen, ſtellenweiſen kieſigen Wege erreichten, betrug 32 — 35 Meilen auf die Stunde. Mit dieſer Geſchwindigkeit hätten wir unter ähnlichen Umſtänden noch länger fahren können und auf einer guten Fahrſtraße ſogar mit einer Geſchwindigkeit von 40 engliſchen Meilen auf die Stunde. Wir fuhren auf weichem naſſen Boden ziemlich langſam einen Berg hinan, deſſen Steigung 1 Fuß auf 6 Fuß betrug. Wir fuhren einen der höchſten Berge im Diſtrikte bei Southampton mit einer Geſchwindigkeit von $16^1/_2$ M. auf die Stunde hinan. Von dem Schlagbaum bei Southampton aus reisten wir mit einer vollen Ladung von Paſſagieren bis zum vierten Meilenſteine auf der Londoner Straße, faſt beſtändig bergauf, mit einer Geſchwindigkeit von $24^1/_2$ M. auf die Stunde. Die Dampfwagen auf der Eiſenbahn zwiſchen Liverpool und Mancheſter könnten auf einer horizontalen gewöhnlichen Chauſſee nicht drei Meilen in der Stunde zurücklegen, bergauf aber gar nicht fortkommen; ſie dürfen auch, wegen der Größe ihrer Keſſel, der Theorie nach nicht für gefahrlos gelten. Unſer Dampfwagen läßt ſich in jeder Beziehung vollkommen controliren, und durch eine Exploſion kann kein Unglück geſtiftet werden. Es ſind mit uns ganze Familien von Damen Tag für Tag nach allen Richtungen gefahren, ohne das Geringſte zu beſorgen.

„Der Boden und der Deckel des Kessels bestehen aus Querstücken, die inwendig cylindrisch und auswendig viereckig sind. Durch diese Querstücke sind Löcher gebohrt, und durch das Ganze streicht ein Luftrohr. Das innere Loch der untern Fläche, und das untere Loch der obern Fläche sind etwas größer, als die übrigen; um das Luftrohr her befindet sich ein kleiner Cylinder, dessen Hals um die größere Oeffnung auf der innern Oberfläche des untern Gestelles und die untere Oberfläche des obern Gestelles anschließt. Diese werden beide von oben durch Schrauben zusammengezogen. Die Querstücke communiciren durch Verbindungsstücke; alles wird durch starke Bolzen zusammengehalten, so daß wir bei ungleich größerer Gefahrlosigkeit, und mit $^1/_{10}$ des Gewichts und in $^1/_{10}$ des Raumes dieselbe Heitzoberfläche und Kraft erhalten, welche man bei Anwendung anderer Kessel von niederem Druck gewinnt. Unser Kessel, mit dem wir jetzt experimentiren, enthält in dem Raume von 3 Fuß 8 Zoll Höhe, 3 Fuß Länge, und 2 Fuß 4 Zoll Breite eine Heitzoberfläche von 250 Q. F. und wiegt etwa 8 Centner. Wir versorgen daraus zwei Cylinder mit Dampf, deren Kolben mit einer Krummzapfenwelle communiciren, an deren Enden, nach Erforderniß der Umstände, nur das eine oder beide Räder festgeschlossen werden. Die zu überwindenden Schwierigkeiten müssen sehr groß seyn, und die Steigung des Wegs 1 Fuß auf 6 Fuß

betragen, wenn der Wagen nicht mit einem getriebenen Rade fortrücken soll.

„Die Cylinder, aus denen der Kessel besteht, sind so klein, daß sie einen größern Druck ertragen, als ihn irgend ein Feuer unter dem Kessel erzeugen könnte, und würde irgend einer der Cylinder gewaltsamer Weise, oder sonst beschädigt, so würde er nur zu einem Sicherheitsventile für die übrigen werden. Selbst bei dem stärksten Druck hat unser Kessel nie den geringsten Schaden gelitten, und wir haben ihn während der 12 Monate, wo wir uns desselben bedienen, nicht ein einziges Mal zu reinigen gebraucht.“

§. 115.

Eine Einrichtung des Kessels für Dampfwagen, deren wir ebenfalls hier Erwähnung thun wollen, rührt vom ersten Erfinder der Dampfwagen, Hrn. Trevithick her. Folgendes ist ein Auszug aus dem bereits erwähnten Bericht des Ausschusses des Unterhauses: —

„Ich habe eine, sowohl in Ansehung des Princips, als der Einrichtung ganz neue Maschine bauen lassen; der Heerd, Kessel und Condensator bestehen aus 6 schweißeisernen Röhren, die aufrecht stehen und der Sicherheit, Raumersparniß und des gleich hohen Wasserstands und Dampfdrucks wegen eine die andere umgeben. Der Kessel ist mit hellem, destillirtem Wasser gefüllt und arbeitet

ohne allen Verluſt, indem der Dampf niederge=
ſchlagen wird und nirgends aus der Maſchine ent=
weichen kann. Der im Condenſator niedergeſchla=
gene Dampf wird vielmehr bei jedem Kolbenſchub
durch eine Druckpumpe dem Keſſel wieder zuge=
führt, und wenn die Maſchine vollkommen dampf=
dicht wäre, ſo könnte ſie ohne neuen Waſſerzufluß
unbegrenzt lange Zeit fortarbeiten. Um aber den
durch Ritzen ſtattfindenden Abgang zu erſetzen, iſt
ein kleiner Deſtillirapparat angebracht, welcher dem
Keſſel in der Art deſtillirtes Waſſer zuführt, daß
die Höhe des Waſſerſtands durchaus keinen Schwan=
kungen ausgeſetzt iſt, ſich kein Sediment ſammeln
und der Keſſel auch nie rothglühend werden kann,
indem das Waſſer aus dem Keſſel keinen andern
Ausweg hat, als in den Condenſator, und dieſer
iſt ſo klein, daß, wenn aus irgend einem Grunde
die Druckpumpe das Waſſer nicht regelmäßig in
den Keſſel zurücktriebe, der erſtere durch ein Sin=
ken des Waſſerſtandes im letztern um 1 Zoll in der
Art gefüllt werden würde, daß die Maſchine zum
Stillſtand gelangen müßte; und da das Waſſer
nicht entweichen kann, ſo braucht auch nicht viel
davon im Keſſel enthalten zu ſeyn, was bei an=
dern Maſchinen ſo höchſt nöthig iſt, damit keine
bedeutenden Schwankungen im Waſſerſtande vor=
kommen, und der Keſſel nicht rothglühend werden
könne. Da der Keſſel bedeutend kleiner iſt, ſo kann
man ihn um ſo ſtärker anfertigen, und da er nie

rothglühend werden kaun, so kann man mit um so viel stärkerem Dampfe arbeiten. Besitzt der Dampf die Spannkraft, wie das Gas in den Gasreservoirs, so verhält sich meine Dampfmaschine, verglichen mit denen von niederem Druck, in Bezug auf die Ersparniß an Brennmaterial, Last und Raum wie 16 : 1 ohne nöthig zu haben, frisches Wasser einzunehmen. Um meiner Maschine die Kraft von 100 Pferden zu geben und zu diesem Zwecke hinreichenden Dampf zu erzeugen, muß das Feuerrohr 3 F. und der Kessel 3 F. 8 Z. Durchmesser halten, der letztere aber nach der Theorie der Stärke des Eisens, wenn er $^1/_2$ Zoll Metallstärke besäße, einen Druck von 1736 Pfund auf den Q. Z. vertragen. Dieser Druck ist viermal so stark, als der, dem die Gasreservoirs widerstehen müssen, und 32mal so stark, wie der, mit welchem die hochdrückenden Maschinen jetzt arbeiten, woraus sich neuerdings ergiebt, daß die bisher stattgefundenen Explosionen lediglich daher rührten, daß der Wasserstand im Kessel zu niedrig war, und letzterer aus diesem Grunde rothglühend wurde. Wenn man Kessel mittelst des Wasserdrucks auf das Zehnfache des Drucks geprüft hat, mit welchem sie später arbeiten, und ein solcher Kessel dennoch platzen sollte, so würde der erste Rost die nächste umgebende Röhre treffen, und Aehnliches würde 6mal nacheinander eintreten können; jeder Raum zwischen den Röhren würde den Dampf ohne Scha-

den im Schlote hinaufstreichen lassen, und die äussere Röhre, welche das Ganze umgiebt, ließe sich $^3/_4$ Zoll stark machen, so daß von einer Explosion schlechterdings kein Schaden zu besorgen wäre.

„Die Einrichtungen dieser neuen Dampfmaschine gewähren jeden Vortheil, den man nur wünschen kann, nämlich Sicherheit, Ersparniß an Brennmaterial, Leichtigkeit, Wohlfeilheit, Einfachheit; bewirken, daß die Maschine einen kleinen Raum einnimmt, und ziemlich unabhängig vom Wasser wird.“

Den 19. März 1833 hat Richard Trevithick das letzte Patent auf Verbesserungen an der Dampfmaschine genommen. Er hat nämlich zwischen dem Kessel und dem arbeitenden Cylinder eine lange, aus mehreren gebogenen Röhren zusammengesetzte Röhre in einer Stellung angebracht, wo eine starke Erhitzung derselben möglich ist, und nennt diese Röhren Trockenröhren, oder Dampfausdehnungsapparat. Durch diese Trockenröhren treibt er den im Kessel erzeugten und folglich mit Wasser gesättigten Dampf mit großer Geschwindigkeit, damit er während seines Durchstreichens eine beträchtlich größere Menge Wärme aufnehme, ohne daß dabei zugleich auch sein Gehalt an Wasser erhöht wird. Durch diesen Zuwachs an Wärme glaubt Trevithick eine größere Masse Dampf von gleicher Spannkraft, wie im Kessel, und folglich ein größeres im arbeitenden Cylinder benutzbares

Volumen Dampf zu gewinnen, als er mittelst des Kessels allein zu erhalten im Stande ist. Um dieses Volumen des Dampfes noch mehr zu erhöhen, hat Trevithick den arbeitenden Cylinder in ein Gehäuse gebracht, welches einen Theil des Feuerzuges oder Rauchfanges ausmacht, so daß der Cylinder bei einem höhern Grade von Hitze erhalten wird, als der Dampf in demselben besitzt, und zwar dadurch, daß er einen großen Theil der im Feuerzuge zurückbleibenden Hitze aufnimmt. Dadurch wird letztere, welche sonst unbenutzt verloren geht und oben aus dem Rauchfange entweicht, in eine nutzende Kraft verwandelt.

Der Festigkeit der Form und der Ersparniß an Brennmaterial halber besteht Trevithick's Kessel aus mehreren senkrechten Röhren, welche auf einem röhrenförmigen, um und etwas unter dem Feuerroste angebrachten Ringe stehen und mit demselben communiciren. Alle diese Röhren umgeben die Feuerstelle mit Ausnahme von zwei, oder drei, deren untere Enden bis über das Feuerthürchen reichen und daselbst durch eine Querröhre mit den beiden anstoßenden Röhren in Verbindung stehen, so daß auf diese Weise eine Oeffnung bleibt, durch welche man zum Feuer gelangen kann. Diese Röhren erstrecken sich sämmtlich einige Fuß hoch empor, je nach der Menge des Dampfes, welche erzeugt werden soll, und je nach den Ortsverhältnissen; denn es leuchtet ein, daß die Dampferzeu-

gungsfähigkeit dieses Kessels durch Verlängerung der Röhren, Vergrößerung ihres Durchmessers und Vermehrung ihrer Zahl nach Belieben erhöht werden kann.

Mit den obern Enden dieser Röhren ist ein röhrenförmiger Ring verbunden, ähnlich jenem, auf welchem sie stehen, so daß diese beiden Ringe und die aufrechten Röhren zusammen ein Gefäß oder einen Behälter bilden, in welchem das Wasser mittelst des Bodenringes freie Communication hat, so daß es in allen Röhren auf gleicher Höhe steht, und der Dampf aus den Röhren ungehindert in den obern Ring gelangen kann.

Um nun Wärme zu ersparen und zu gewinnen, sind die sogenannten Trockenröhren über dem Feuer und innerhalb des beschriebenen Kreises der aufrechten Kesselröhren angebracht und zwar so, daß je zwei derselben die Figur eines umgekehrten Hebers bilden. Mehrere dieser Heber sind am obern Ende durch gebogene Röhren verbunden, so daß sie zusammen eine lange auf- und niedersteigende Röhre bilden, in welcher der Dampf auf- und niedersteigen muß, und zwar mit großer Geschwindigkeit, wobei er auf seinem Wege vom Kessel bis zum arbeitenden Cylinder schnell Wärme aufnimmt oder absorbirt. Die Hahnventile oder Schiebeventile des arbeitenden Cylinders communiciren nämlich mittelst einer Verbindungsröhre mit dem letzten Schenkel der Heberröhren. Die erste

Heberröhre ist durch eine gekrümmte Röhre mit dem obern röhrenförmigen Ringe verbunden und mittelst eines Drosselventiles in dieser gekrümmten Röhre wird der Zufluß des Dampfes beschränkt, damit derselbe Raum genug hat, sich in den Trokkenröhren und in dem arbeitenden Cylinder in dem Maaße weiter auszudehnen, in welchem seine Hitze zunimmt. Sowohl in Verbindung mit dem Kessel, als in Verbindung mit den Trockenröhren ist ein Sicherungsventil angebracht. Von außen und in geringer Entfernung von den senkrechten Röhren ist der Kessel mit zwei in einander stehenden cylindrischen Gehäusen umgeben, und der Zwischenraum der letzten mit Sand, Asche, oder einem andern schlechten Wärmeleiter ausgefüllt, und das obere Ende dieser Gehäuse über den Kessel und über den Trockenröhren mit einem kuppelförmigen Deckel verschlossen. Außer diesen Gehäusen läuft noch der Feuerzug an den arbeitenden Cylinder und um denselben herum, von wo dann der Rauch und die wenige Wärme, welche derselbe noch enthält, auf eine schickliche Weise ausgeführt wird.

Die Röhren des Kessels, so wie die Ringe und Gehäuse desselben, sind vorzugsweise aus Eisen oder Kupfer, die Trockenröhren dagegen aus Kupfer, oder irgend einem andern starken Metalle verfertigt, welches sich nicht leicht oxydirt, wenn es erhitzt mit dem Dampf in Berührung kommt. Der Kessel wird mit Wasser durch eine Druckpumpe

gespeist, welche so eingerichtet ist, daß sie das Wasser immer auf gehöriger Höhe erhält. Durch diese Verbesserung erzielt Hr. Trevithick eine Verminderung des Gewichtes des Dampfkessels, so wie der Menge des Wassers und des Brennmateriales *).

Die von Dr. Church von Bordsley-Green bei Birmingham erfundene Dampfkutsche, auf welche er sich am 9. Februar 1832 ein Patent hat ertheilen lassen, bietet viele äußerst wichtige Verbesserungen dar, die sich vorzüglich auf die Construction des röhrenförmigen Kessels beziehen, durch welchen mehr Dampf erzeugt werden soll, als durch irgend einen andern früher bekannten von gleicher Größe und gleicher Schwere. Auch in Ansehung des Wagengestelles und des Nutzens der Maschine, so wie des Bauches der Kutsche, endlich in Ansehung der Verbindung der sämmtlichen Theile ist bei verhältnißmäßig sehr großer Leichtigkeit für außerordentliche Dauerhaftigkeit gesorgt. Ganz neu ist besonders der Bau der Laufräder des Wagens, der so berechnet ist, daß, wenn die Räder auch über Unebenheiten der Straße gehen, doch keine Erschütterung stattfinden kann, indem die Reifen

---

*) Der ausgezeichnete Mechaniker Richard Trevithick ist am 22. April dieses Jahres nach einem kurzen Krankenlager zu Darford in Kent in einem Alter von 67 Jahren gestorben.

dieser Räder elastisch sind und sich, so wie sie mit dem Boden in Berührung kommen, in sphäroidische Figuren oder abgeplattete Krümmungen verwandeln. Die Dampfkutsche ist auf den Transport von 56 Personen berechnet; die Maschinerie befindet sich im mittlern Theile und es ist davon äußerlich gar nichts zu sehen.

Dr. Church hat in Vorschlag gebracht, daß sich sogleich eine Gesellschaft bilden möge, um diese Dampfkutsche zwischen London und Birmingham, Manchester und Liverpool fahren zu lassen, und diese Gesellschaft ist bereits schon zusammengetreten.

Bei einem Versuche des Dr. Church haben sich glaubwürdige Männer überzeugt, daß 1 Quadratfuß Heitzoberfläche binnen 1 Stunde 13 Gallonen Wasser in Dampf verwandelte. Dieses Resultat ist bedeutender, als die eifrigsten Beförderer der Dampfwagen-Angelegenheit auch nur hätten hoffen können. Pouillet giebt in seinen Elémens de physique die größte Quantität, welche binnen derselben Zeit von einer gleich großen Oberfläche verdunsten könne, nur zu 1,23 Gallonen an.

Aus folgender Tabelle wird man die Vermehrung der Wirkung ersehen, welche man durch Dr. Church's Apparat erreicht. Es ist hier die allgemeine Annahme zum Grunde gelegt, daß 8 Quadratfuß Heitzoberfläche nöthig seyen, um 1 Kubikfuß oder 6¼ Gallonen Wasser binnen 1 Stunde

in Dampf zu verwandeln und dadurch eine Pferdekraft zu erzeugen. Bei jedem in dieser Tabelle angegebenen Experiment ist die Heitzoberfläche zu 1 Quadratfuß und die Zeit zu 1 Stunde angenommen.

Consumirtes Wasser in Gallonen.	Pferdekraft.	Nachweisung.
0,78	0,12	Watt's Kessel.
0,90	0,14	Kessel des Dampfwagens Arrow.
1,34	0,21	Kessel des Dampfwagens Rocket.
1,23	0,19	Pouillet Elémens de Physique.
13	2	Dr. Church's Apparat.

Die erste Columne enthält die binnen 1 Stunde verdampfte Quantität Wasser, die zweite die Pferdekraft, oder mechanische Wirkung dieses Wassers, und die dritte die Nachweisung rücksichtlich der Autorität. Die Experimente, nach denen obige Tabelle berechnet ist, sind, mit Ausnahme der beiden letzten, in Wood's Werk über Eisenbahnen p. 402

und 412 zu finden. Aus dieser Tabelle ergiebt sich, daß Dr. Churchs Apparat mit derselben Heitzoberfläche 10mal soviel Dampf erzeugt, als obige sehr wirksame Dampfmaschinen. Es ist hiebei freilich weder auf den Gurney'schen, noch auf den Hancock'schen Kessel Rücksicht genommen, über deren quantitative Dampferzeugung im Verhältnisse zur Heitzoberfläche zwar noch keine genauen Experimente vorliegen, obschon es keinem Zweifel unterliegt, daß sich dieses Verhältniß weit günstiger, als bei den Dampfkesseln des Rocket und Arrow stellen muß. Der Apparat, mit welchem das Experiment des Dr. Church angestellt wurde, besteht aus Kupfer, der eine Theil desselben war, um die Wirkung der Hitze zu ermitteln, nur angelöthet. Die Verdampfung fand so rasch statt, daß die Löthung eine Hitze von 1200° aushielt, obgleich ihr Schmelzpunkt schon 340 eintritt.

In dem Gestell der Maschine hat sich Dr. Church bemüht, die Bohlen, Rippen, Riegel, Stangen, Röhren, oder Stäbe desselben so zu formen, anzuordnen und mit einander zu verbinden, daß sie ein Gehäuse oder Skelett bilden, welches in allen Theilen und nach allen Richtungen, in denen irgend ein Druck, Stoß oder Zug darauf wirken kann, gehörig unterstützt ist, an welchem alle Theile den gehörigen, sie treffenden Theil des Gewichtes und der Gewalt zu tragen haben, kurz, an welchem die Gewalt so gleichmäßig, als möglich,

über alle Theile des Gehäuses oder Skelettes verbreitet und ausgedehnt ist. Dieses Gehäuse umschließt zugleich die Kessel und die Maschinerie, und dient ferner dem Körper oder dem Kasten des Wagens, welcher zur Aufnahme der Passagiere und des Gepäckes bestimmt ist, als Stütze.

Bei der getroffenen Einrichtung des Gehäuses entsteht ein besonderer Maschinenraum, in welchem sich die verschiedenen Maschinerien und Kessel befinden. Figur 79 zeigt einen Seitenaufriß des erwähnten Gehäuses und Figur 80 eine horizontale Ansicht desselben von oben gesehen.

Das Gehäuse kann aus hölzernen Balken zusammengesetzt werden, die dann durch eiserne oder metallene Klammern mit einander verbunden werden, damit nicht durch das Einzapfen derselben die Substanz an Stärke verliere. Die Verbindungen der einzelnen Theile sind durch Scheidengefüge, welche durch Stifte befestigt werden, wie in Figur 79 A A angegeben ist, versichert.

Der Kessel besteht aus mehreren, mit Wasser gefüllten Röhren, welche in kreisförmigen oder vieleckigen Reihen neben einander stehen, so daß sie das Feuer umgeben, während die Feuerzüge aus kleineren, durch das Innere der Wasserröhren laufenden Röhren bestehen. Aus den Zeichnungen wird diese Einrichtung deutlicher und anschaulicher werden.

Figur 81 zeigt ein System solcher Röhren, die einen Kessel und Ofen bilden, von außen im Aufrisse; die doppelten Gehäuse, welche den Rauchfang oder äußern Feuerzug bilden, und der Gang für die Luft sind weggenommen, oder zum Theil im Durchschnitte dargestellt.

Figur 82 ist ein Durchschnitt desselben Apparates, senkrecht durch die Mitte des Kessels und des Ofens genommen, damit die Wasserröhren a a a a anschaulich werden. Man wird sogleich ersehen, daß diese Wasserröhren paarweise und von ungleicher Länge angebracht sind, und daß durch jedes Paar eine Heberröhre b b läuft.

Figur 83 ist ein horizontaler Durchschnitt durch die cylindrische Dampfkammer c über den Krümmungen der Heber b genommen, damit man den Scheitel dieser Heber und deren Verbindungen mit den einzelnen Paaren von Wasserröhren ersieht.

Die eigenthümliche Einrichtung der einzelnen Wasserröhren des Kessels und deren paarweise Verbindung mit den Heberfeuerzügen ersieht man aus Figur 84, welche ein Paar dieser Wasserröhren mit ihrem Verbindungsheber einzeln und in vergrößertem Maaßstabe im Durchschnitte darstellt. c c ist nämlich ein Theil der cylindrischen Dampfkammer, deren unterer Theil mit Wasser gefüllt ist, welches durch die Speiseröhre d eingeführt wird. Das Niveau des Wassers wird bis auf einige Zolle über die Krümmungen der Heberröhren b b erhöht, wie

aus Figur 82 ersichtlich. Von dieser cylindrischen Kammer aus steigt das Wasser in die Röhren a a a a a herab, so daß dieselben vollkommen gefüllt sind. Die Röhren selbst werden, wie man bei j sieht, durch Schrauben oder auf eine andere Weise an der Bodenplatte der Dampfkammer befestigt.

Die Flamme und die durch das Feuer erhitzten Dämpfe spielen frei um die äußeren Oberflächen jener Theile des Kessels, welche durch die Reihen von kurzen Röhren gebildet werden, und auf jenen Theilen der Oberfläche der langen Röhren, die gegen das Feuer gerichtet ist. Da sie jedoch durch die Nähe dieser letzteren Röhrenreihe eingeengt wird, so steigt sie nebst den Dämpfen, wie dieß in der Zeichnung durch Pfeile angedeutet ist, durch die kürzeren Schenkel der in den Wasserröhren befindlichen Heberfeuerzüge empor und durch deren längere Schenkel wieder herab, um dann, nachdem sie ihre Hitze an das Wasser abgegeben in die am Grunde der längeren Heberschenkel befindliche Rußbüchse überzugehen und aus dieser hierauf durch die äußeren Feuerzüge f in den Rauchfang g emporzusteigen. Der Ruß wird durch ein feines Drathgitter, welches als eine Art von Scheidewand zwischen der Rußbüchse und der unteren Oeffnung des äußeren Feuerzuges angebracht ist, aufgehalten.

Die Enden der Heberfeuerzüge sind, wie Fig. 84 und Fig. 82 im Durchschnitte zeigt, durch an-

geschraubte Deckel oder Hüthchen i mit den untern Enden der Wasserröhren verbunden; sie können übrigens auch auf eine andere Weise und so damit verbunden werden, daß sie die inneren Oberflächen der Wasserbehälter bilden.

Die Feuerzüge haben die Form von Hebern oder gebogenen Röhren und stehen am Scheitel in gar keiner Verbindung mit den Wasserröhren, so daß sich das Metall bei dem Wechsel der Temperatur ausdehnen und zusammenziehen kann, ohne daß die Verbindungen des Metalles dadurch auch nur den geringsten Nachtheil erleiden. Die unteren Enden der Wasserröhren können durch Schraubengewinde oder auf irgend eine andere zweckmäßige Weise in die oberen Flächen der ringförmigen Kammern k, und die Enden der Heber in die unteren Flächen derselben eingesetzt werden, wie dieß aus Figur 81 und 82 ersichtlich ist. Um die Circulation des Wassers zu befördern, kann man in diesem Falle von der einen ringförmigen Kammer zur anderen kleine Verbindungsröhren l l laufen lassen.

Um nun an den unteren Theilen der Kesselröhren a eine fortwährende Speisung mit Wasser zu unterhalten, sind in denselben kleine, senkrechte Leitungsröhren angebracht, die man in Figur 84 bei m m sieht. Diese Röhren sind an beiden Enden offen; in geringer Entfernung unter deren unterer Mündung befindet sich aber ein kleiner Deckel oder Schild n n, dessen Zweck darin besteht, das Em-

porsteigen der Dampfkügelchen, die sich am Boden des Kessels erzeugen, in den kleinen Röhren zu verhindern. In Folge dieser Einrichtung wird der Dampf nämlich frei außerhalb der Leitungsröhren in den Wasserröhren emporsteigen, während in den Leitungsröhren m fortwährend eine Strömung des Wassers nach abwärts stattfinden wird, in Folge deren der Boden des Kessels beständig gehörig mit Wasser gespeist wird. Eine dieser Röhren mit ihrem Deckel sieht man in Figur 85 einzeln für sich. Figur 86 ist ein horizontaler Durchschnitt der Wasserröhre und des Feuerzuges mit sechs eingesenkten Leitungsröhren m. Die Wirkung dieser inneren Leitungsröhren wird aus Figur 87 noch deutlicher erhellen, indem hier die nach aufwärts gerichteten Pfeile den Lauf des Dampfes, die nach abwärts gerichteten hingegen jenen des Wassers andeuten.

Um die größt mögliche Hitze zu erzeugen, und um den Rauch so vollkommen, als möglich zu verbrennen, treten zwei Luftströme in den Ofen, von denen der eine am Scheitel des Brennmateriales eintritt und durch eine Oeffnung in der Dampfkammer nach abwärts geht, während der andere am Boden eindringt, zwischen den fünf Stangen o o durchgeht, wo er dann mit dem ersteren zusammentrifft, um hierauf mit diesem durch die Heberfeuerzüge b und durch den äußern Feuerzug k in den Rauchfang g zu gelangen. Diese beiden Luftzüge können durch irgend ein Mittel, wie z.

B. durch einen sich drehenden Windfang, oder durch ein, über dem Kessel angebrachtes Gebläse, wie z. B. in Figur 88 und 89 zu sehen ist, hervorgebracht werden.

Fig. 88 ist eine Seitenansicht des Wagens, woran das Gestell oder Gehäuse und die arbeitenden Theile der Maschine offen dargestellt sind. Fig. 89 ist eine horizontale Ansicht oder ein Grundriß eben desselben Wagens. An diesen beiden Figuren sind die beiden Körper oder Kasten B B und das oberhalb befindliche Gebläse C zur rechten Hand, während sich die Cylinder D D zur Linken befinden. Hier ist auch die Verbindung der Wirkung ihrer Kolben mit den Laufrädern F F zu sehen.

Das cylindrische, am Scheitel des Wagens befindliche Gehäuse C enthält zwei horizontale, an einer Welle aufgezogene Windräder. Das Gehäuse selbst ist durch eine horizontale, in Fig. 88 durch punktirte Linien angedeutete Scheidewand abgetheilt. In dem oberen Fache dreht sich der Windfang, um die Luft, die durch die Oeffnung oder den Kanal p an ihn gelangt, in den Ofen zu treiben, indem er diese Luft durch die entgegengesetzte Oeffnung oder durch den Kanal q, welcher auch in Fig. 81 und 82 zu sehen ist, in das Gehäuse des Kessels treibt.

Die auf diese Weise eingetriebene Luft soll aus dem zwischen dem Maschinenraum und dem

Wagenkasten befindlichen Raume genommen werden, um letztere auf diese Weise kühl zu erhalten. Ein Theil dieser eingetriebenen Luft gelangt durch die Oeffnungen r r des Gehäuses und durch den Centralgang der Dampfkammer abwärts in den Ofen und erzeugt daselbst den oberen Luftzug; der andere Theil hingegen geht durch den äußeren Kanal s s des Gehäuses (wobei er im Vorübergehen den Wärmestoff des nahegelegenen Feuerzuges aufnimmt), und durch die Oeffnung x zwischen den Roststangen in den Ofen, um auf diese Weise den unteren Luftzug zu bilden. Der zweite, in dem unteren Fache des cylindrischen Gehäuses befindliche Windfang, der die Dienste eines Luftausschöpfers versehen soll, bringt den Dampf und Rauch aus dem Rauchfange g empor und entleert denselben durch die Oeffnungen u u in die Kuppel, aus der er dann in die freie Luft entweicht.

Der Ofen wird durch eine cylindrische Büchse oder einen Trichter v mit Brennmaterial gespeist. Durch den unteren Theil dieses Trichters geht nämlich ein horizontaler Schieber w, der die Mündung des Ofens verschließt, und welcher einen Boden bildet, auf dem das Brennmaterial ruht. Oben ist der Trichter mit einem Deckel verschlossen; soll das Feuer gespeist werden, so wird der Schieber w herausgezogen, wo dann das Brennmaterial in den Ofen fällt.

Unter gewissen Umständen ist es zweckmäßig, das beschriebene Princip des Kesselbaues (d. h. die durch die Wasserröhren gehenden Heberröhren) in verschiedene Formen zu kleiden. Statt z. B. die äußere Reihe der Wasserbehälter aus cylindrischen Röhren zu verfertigen, werden dieselben aus zwei gefalteten Metallplatten gemacht, welche zusammengebolzt, oder auf irgend eine andere Weise an einander befestigt werden, wie dieß aus Fig. 90 ersichtlich ist. a a a sind hier die Wasserbehälter, welche den Kessel bilden, und deren Seiten durch die Bolzen x x x an einander befestigt sind. Die Heberröhren sind auf die früher beschriebene Weise verfertigt und eben so durch Schrauben an den Wasserbehältern befestigt. Die oberhalb befindlichen Dampfgefäße c werden durch eine Fortsetzung der äußeren gefalteten Platten der Wasserbehälter nach aufwärts und dadurch gebildet, daß zur Erzeugung der inneren Oberfläche des Dampfgefäßes ähnliche gefaltete Platten angewendet werden, die dann durch Nieten oder auf eine andere Weise an einer flachen, den Boden der Dampfkammer bildenden Platte befestigt, und deren Seiten durch Querbolzen mit einander vereinigt sind.

Die eigenthümliche Einrichtung der Laufräder ist aus Fig. 91 ersichtlich, in welcher eines dieser Räder von vorne dargestellt ist, während in Fig. 92 ein Querdurchschnitt eines solchen Rades zu sehen ist. Diese Räder haben eine bedeutende Breite

und also auch einen großen Durchmesser; sie werden durch Vereinigung mehrerer Reifen a a aus elastischem Holze gebildet, indem diese Reifen durch Klammern b b mit einander verbunden werden. Der äußere Umfang des Rades ist durch einen eisernen, das Geleise bildenden Reifen c c c gebunden; die Speichen bestehen aus elastischen gekrümmten Stahlplatten oder aus Federn d d d, welche sich biegen und sich an Gelenken bewegen. Die äußeren Enden sämmtlicher elastischen Speichen d sind am Rücken der einzelnen Klammern durch Gefüge an der Felge befestigt, während die entgegengesetzten Enden derselben gleichfalls durch Gefüge oder Gelenke mit einem Paare metallener Ringe e e in Verbindung stehen, welche durch die Radial- und Diagonalstangen f f f an der in der Mitte des Rades befindlichen Nabe oder metallenen Büchse g gehörig festgemacht sind.

Diese Laufräder sind nun an kurzen kreisenden Achsen h befestigt, und das Gewicht des Wagens, welches auf diesen Achsen ruht, bewirkt, daß sich der Umfang der Räder, so wie dieselben auf der Straße fortlaufen, in schwach sphäroidische Figuren oder in Krümmen biegt, die etwas abgeplattet sind. Diese Abweichung von der kreisförmigen Form bewirkt, daß das Rad fester an dem Boden anhaftet und folglich weniger Neigung hat, herumzugleiten und in der Straße einzusinken.

Die Federn, welche hier in den Rädern angebracht sind, dienen als Ersatzmittel für die Federn, an welchen sonst die Wagenkasten aufgehängt werden. Um jedoch dem Wagen noch mehr Elasticität zu geben, und um die Bewegung desselben zu erleichtern, werden noch folgende Mittel angewendet. Wie Fig. 88 und 89 zeigen, ist an dem Gestelle oder Gehäuse eine cylindrische, mit Luft gefüllte und am Scheitel geschlossene Büchse i gut befestigt. In dieser cylindrischen Büchse ist, wie in der Seitenansicht Fig. 95 durch Punkte angedeutet ist, an dem oberen Ende eines gabelförmigen Joches ll ein Kolben k festgemacht. Dieses Joch bewegt sich frei auf und nieder und ist an dem oberen Theile, nach Art der Liderung an den hydraulischen Pressen, durch eine lederne Hülle genau schließend gemacht, während sich in den unteren Enden des Joches Augen oder Zapfenlager befinden, in welchen sich die kurzen Achsen h frei drehen. Wenn nun eine hinreichende Menge Luft in das Gefäß oder in den Behälter i getrieben worden, so entsteht dadurch, so zu sagen, eine Luftfeder, auf der das Gewicht des Wagens und dessen Last ruht, während dieses Gewicht durch die Dazwischenkunft der Kolben und der Joche von den Laufrädern getragen wird.

Da die Achsen der Räder zu einer seitlichen Bewegung geneigt wären, wenn dieses nicht durch

eine gehörige Vorrichtung verhindert würde, so können die gegliederten Stangen mm und p, welche in der horizontalen Darstellung des Rades Fig. 93 zu sehen sind, angewendet werden. Diese Stangen sind nämlich an dem einen Ende durch Angelgewinde nn mit dem Gestell oder Gehäuse, an dem entgegengesetzten Ende hingegen durch Ringe oo mit den Achsen (Seitenaufriß Fig. 94 und die Randansicht Fig. 95) verbunden. Die Stange p ist, wie ersichtlich, durch ein Nußgelenk, welches in dem Durchschnitte des Rades und seiner Achse Fig. 92 zu sehen ist, mit der inneren Seite der Achse des Rades verbunden und wird daher, obschon sie die Achse anderwärts festhält, deren Bewegung nicht hemmen. Diese Stangen gestatten dem Wagen sich in senkrechter Richtung zu schwingen.

Um das Entweichen der Luft hinter dem Kolben in der Büchse i zu verhindern, wird mittelst einer kleinen Druckpumpe eine geringe Menge Oel, Wasser, oder einer sonstigen Flüssigkeit eingetrieben. Diese Pumpe kann auch zum Eintreiben von Luft verwendet werden, so daß die Elasticität der Feder, mithin dem Gewichte der Last, welche sie zu tragen hat, angepaßt werden.

Dr. Church beschränkt sich indessen nicht auf diese Luftfeder, indem in manchen Fällen metallene Federn wünschenswerther seyn möchten.

Die Kraft, welche der arbeitende Cylinder und die Kolben der Maschinen ausüben, wird auf die gewöhnliche Weise durch die Kolbenstangen auf die Kurbelwelle s fortgepflanzt, und eine an dieser Welle befestigte Rolle t (Fig. 94) treibt mittelst einer endlosen Kette u, welche über eine ähnliche, an jeder der Achsen der Laufräder aufgezogene Rolle v läuft, die beiden Laufräder. Da die Triebkraft jedoch verschieden abgeändert werden muß, so können auch zwei Kettenrollen von ungleichen Durchmessern w und x an der genannten Kurbelwelle und an der Radachse aufgezogen, und eine endlose Kette über dieselben geführt werden (Fig. 93 und 95). Beide an den Radachsen befindliche Rollen drehen sich frei um dieselben, und jede derselben kann mittelst der schiebbaren Klauenbüchse y y durch die Hebel und Stangen z z in Thätigkeit gesetzt werden.

In der in Fig. 88 und 89 gegebenen Ansicht der ganzen Einrichtung des Wagens ist A A das Gestell oder das Skelet des Wagens. B B sind die beiden Kessel in ihren Gehäusen; D D die Maschinen, welche nach dem unter'm 29. November 1830 erhaltenen Patente erbaut sind, mit dem einzigen Unterschiede, daß die Maschinen im gegenwärtigen Falle umgekehrt sind, indem sie von den Eintritts- und Austrittsröhren für den Dampf herabhängen und sich an dem oberen Ende der Pfosten b b b in Zapfenlagern drehen. E ist die Kurbelwelle, die

sich in Zapfenlagern, welche in dem Gestelle angebracht sind, dreht, und welche durch die Schraubenbolzen a a an dem Ende des aufrechten Stückes b in gehöriger Stellung erhalten wird.

Die Kurbelwelle setzt durch die Kettenrolle c und die endlose Kette d die an den Achsen der Laufräder F F aufgezogenen Kettenrollen oder Rigger e in Bewegung. An den Achsen dieser Räder sind aber gleichfalls die Kettenrollen f f aufgezogen, welche durch die endlosen Ketten h h mit den Rollen i i in Verbindung stehen. Auf der Kurbelwelle k k sind die Klauenbüchsen an den Achsen der Laufräder angebracht, und zwar mit ihren Hebeln l l, welche durch die Staugen m m mit dem Hebel n verbunden sind, durch den die Klauenbüchsen von einer Rolle zur anderen geschoben werden können, je nachdem die Geschwindigkeit der Laufräder diese, oder jene Abänderung erhalten soll.

Die Cylinder i i enthalten die Luftfedern mit den an der Spitze der gabelförmigen Stangen l l befindlichen Kolben; sie tragen den Wagen. n ist der Trichter, durch welchen die Speisung mit Brennmaterial geschieht; o die Sicherheitsklappe und die zu den Maschinen führende Dampfröhre. r r ist die Röhre, durch welche der austretende Dampf von den Maschinen in den Rauchfang g geleitet wird. C ist die Kuppel, in der sich die beschriebenen Windfauge oder Gebläse befinden. Auf

der unteren Seite des unteren Windfanges ist die Rolle t befestigt, welche durch das endlose, über die Rolle v und die größere an der Kurbelwelle E befindliche Rolle w gezogene, Band u u beide Windfange in kreisende Bewegung versetzt. H H sind die Kasten der Wagen, in denen die Reisenden sitzen, während in den Räumen K K das Gepäck untergebracht werden kann.

Der Wasserbehälter, der die Kessel mit Wasser speist, kann an jeder Seite des Maschinenraumes unter dem Kettenrigger angebracht werden, während die Behälter für das Brennmaterial über demselben Raum finden, so daß in der Mitte ein hinreichender freier Raum für die Maschinisten bleibt. Uebrigens können diese Behälter auch an irgend einem anderen beliebigen und geeigneten Platze untergebracht werden. L ist das Leitungs- oder Steuerungsrad, welches sich unter dem vorderen Sitze des Wagens und unter der Leitung des Wagenlenkers befindet. Dieses Steuerungsrad ist an einem kreisrunden Gestelle 11 aufgezogen und dreht sich in den Enden der aufrechten und fest an das kreisrunde Gestell geklammerten Stangen 2 in Zapfenlagern. Die oberen Enden dieser Stangen sind mit einander verbunden und an die Enden der Welle 3 gebolzt, und diese Welle ist mit einem Halsringe versehen, an welchem sich eine starke, in der Büchse 4 enthaltene und auf ihm ruhende, metallene Feder befindet. Diese Federbüchse ist in dem

Ende des Schnabels oder der Deichsel 5 des Wagens fest gemacht. 6 ist ein gezähnter, an der Welle 3 befestigter Quadrant, in welchen der Triebstock 7, der bloß Verzahnungen hat, eingreift. Der zuletzt genannte Triebstock ist an der senkrechten Stange 8 aufgezogen, die mit einem horizontalen Kurbelgriffe 9 versehen ist. Wenn der Wagenlenker daher diesen Griff umdreht, so wird der Triebstock den Quadranten 6 und also durch die Welle 3 auch das Rad L und dessen kreisrundes Gestell innerhalb des äußeren kreisrunden, an dem Wagen festgemachten Reifens 10 bewegen oder drehen.

11 ist ein Sprachrohr, mit Hülfe dessen sich der Wagenlenker in jedem Augenblicke und nach allen Richtungen mit dem Maschinisten besprechen kann. 12 stellt ein eckiges Metallstück vor, welches unmittelbar vor den Laufrädern so an der unteren Seite des Gestelles aufgehängt ist, daß es beinahe den Boden berührt, und welches dazu da ist, um alle losen Steine, oder andere auf der Straße liegende Hindernisse aus dem Wege zu räumen und alle Stöße, so viel als möglich, zu vermeiden. Sollten die Räder zufällig mit irgend einem feststehenden Hindernisse in Berührung kommen, so würden sie durch die Kette in Stand gesetzt werden, über dasselbe hinweg zu gleiten.

Um der Zerstörung der Stangen des Rostes durch die Hitze des Ofens vorzubeugen, bekömmt derselbe eine muldenförmige Gestalt, und die Höhl-

ung desselben wird mit feuerfestem Thone, Graphit oder irgend einem anderen, der Einwirkung der Hitze widerstehenden Materiale ausgefüllt. Figur 96 giebt eine perspektivische Darstellung dieses Wagens.

§. 116.

Einer der neuesten Dampfwagen für gewöhnliche Chausseen bestimmt, ist derjenige, auf welchen sich Joseph Gibbs, Mechaniker zu Kent-Terrace in der Grafschaft Surrey und August Applegath, Calicodrucker zu Crayford in der Grafschaft Kent, am 29. März 1833 ein Patent ertheilen ließen. Die Verbesserungen an diesem Dampfwagen bestehen in einer neuen Einrichtung und Verbindung der Theile; in einer neuen Bauart des Dampfkessels, der aus doppelten Gehäusen und hohlen mit Wasser gefüllten Kegeln besteht; in der Verbindung von Wellen, Rädern, Bändern und Federn um zwei- oder mehrerelei Geschwindigkeiten in der Bewegung der Räder des Dampfwagens zu erzielen, während sich die Kolben der Maschine doch mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegen; und endlich darin, daß der Dampfwagen von dem für die Passagiere bestimmten Wagen ganz abgesondert ist.

Fig. 97 ist eine Seitenansicht, Fig. 98 eine Endansicht eines Dampfwagens. Gleiche Buchstaben beziehen sich auf gleiche Gegenstände. AA ist

nämlich ein schmiedeeisernes Gestell, welches von den elliptischen Federn XXX getragen wird, die mit den Triebfedern ZZ und dem Steuerungsrade Y verbunden ist. B1, B2, B3 zeigt den Kessel oder Dampferzeuger, der gehörig an dem Gestelle festgemacht ist. Dieser Kessel besteht aus drei Theilen: B1 ist nämlich der Körper oder der Feuerungsbehälter, welcher aus starkem Eisenbleche besteht und in welchem das Wasser, in einem doppelten Gehäuse, vom Feuer umgeben, enthalten ist. B2 ist ein Cylinder, welcher gleichfalls Wasser enthält, und der mit kupfernen Röhren von 2 Zoll im Durchmesser versehen ist, durch welche das Feuer und die heiße Luft von dem Körper B1 nach abwärts in den Rauchfang C gelangt. X ist eine Röhre, die das Wasser aus B2 in B1 leitet. B3 ist die Dampfkammer oder der Separator, in welchem der Dampf von dem siedenden Wasser geschieden und gesammelt wird. D ist eine über B3 befestigte Kammer, in die der verbrauchte Dampf bei seinem Uebertritte aus den Cylindern in den Rauchfang durch die Röhren II geleitet wird. In dieser Kammer ist auch die Sicherheitsklappe angebracht.

Die verschiedenen Theile dieses Kessels ersieht man deutlicher aus Fig. 98. FF sind nämlich die Cylinder, welche zwar auf die gewöhnliche Weise verfertigt sind, welche sich aber, indem sie an dem Gestelle AA ꝛc. aufgehängt und festgemacht sind;

in den Zapfenlagern GG bewegen oder schwingen. Die Cylinder schwingen sich auf den Dampfröhren HH und II, auf denen sie ruhen, und die mit dem Deckel K der Cylinder FF zusammengegossen sind. Diese Dampfröhren sind innen hohl, damit der Dampf auf die in den schwingenden Maschinen gewöhnliche Weise frei in die Cylinder und aus denselben zurück gelangen kann. HH sind die Röhren, die den Dampf aus dem Separator B 3 in die Cylinder leiten; während die Röhren II den verwendeten oder benutzten Dampf aus dem Cylinder in die Kammer D führen. LL sind die Schieber- oder Dampfventile, welche auf irgend eine der gewöhnlichen Methoden verfertigt werden können. Um alle Verwirrung zu vermeiden, ist die Art und Weise, auf welche die Schieber in Bewegung gesetzt werden, eigens in der Zeichnung Nr. 1. dargestellt. Die Kolben der Cylinder FF sind auf die gewöhnliche Weise gebaut und können mit einer metallenen, oder sonstigen Liderung versehen werden. Die Enden der Kolbenstangen sind mit Reibungsrollen MM, die sich in den parallelen Leitungsstangen NN bewegen, ausgestattet. Die Enden der Kolbenstangen stehen mit den Armen OO in Verbindung, welche sicher auf den Enden der starken schmiedeeisernen Spindel P festgemacht sind, und diese Spindel steht ihrerseits wieder durch die Zapfenlager QR, in denen sie sich dreht, mit dem Gestelle AA in Verbindung.

Die Arme O O sind unter rechten Winkeln zu einander angebracht; und diese Spindel P mit den Armen O O vertritt die Stelle der gewöhnlichen Kurbelwelle. (An der Spindel P sind zwei Getriebe oder Zahnräder R R befestigt, welche sich mit der Spindel P umdrehen.) T T sind zwei andere Zahnräder, die sich an der Welle W frei um ihre Axe drehen, und von denen jedes je nach Bedarf, durch die Klauenbüchsen S S mit der Welle W verbunden werden kann. Diese Klauenbüchsen sind in der Zeichnung als Reibungskegel dargestellt; sie sind auf irgend eine der gewöhnlichen Methoden mit der Welle W verbunden und werden auch, wie gewöhnlich, durch einen Schlaghebel in Bewegung gesetzt. An der Welle W sind überdieß auch noch die Treibräder Z Z angebracht. Die losen Räder T T greifen immer in die feststehenden Getriebe R R und werden, gleich diesen, von verschiedenem Durchmesser verfertigt, damit, wenn eines derselben an der Welle W festgestellt wird, dadurch den Rädern Z Z eine schnellere, oder langsamere Bewegung mitgetheilt werden kann. Der Griff des Schlaghebels, der die Klauenbüchsen S S ein- oder ausschiebt, kann an irgend einen geeigneten Theil des Wagens hingeleitet werden. Die Spindel P und die Welle W sind durch starke Bänder U U mit einander verbunden, damit die Zähne der Räder T T und jene der Getriebe R R immer gehörig tief in einander eingreifen. Die

Achsen von P und W befinden sich in einer und derselben horizontalen Linie, und die Federn XX sind an beiden Enden mit Fesseln oder Ringen versehen, damit die Bewegung der Federn so wenig, als möglich, Einfluß auf die Bewegung der Zahnräder und Getriebe ausübe. Da die Spindel P unveränderlich mit dem Gestelle AA verbunden ist, während sich die Welle W mit den Federn hebt und senkt (jedoch in einer krummlinigen Richtung um den Mittelpunkt von P, wobei die Achsen von P und W immer in gleicher Entfernung von einander erhalten werden), so greifen folglich die Zähne der Räder TT und jene der Getriebe RR immer gleich tief in einander. Zu bemerken ist, daß jede der Fesseln s, s, s, s aus einem Stücke Eisen verfertigt werden soll, und daß sie durch Stifte oder Zapfen mit den Federn verbunden werden müssen, um jede seitliche oder schwingende Bewegung zu verhindern. Die Zähne der Räder TT und der Getriebe RR können an jedem Ende abgerundet seyn, wie man dieß aus der Zeichnung Nr. 2. ersieht. Der Gang der Maschine beim Eintritte des Dampfes erhellt von selbst; die Kolben werden abwechselnd gehoben und herabgedrückt, und dadurch werden die Arme OO, die Spindel P und die Getriebe RR zu Umdrehungen veranlaßt; dann wird die Klauenbüchse S mit einem der Zahnräder TT verbunden, welches dadurch, indem es in ein entsprechendes Getriebe

R eingreift, gleichfalls umgedreht wird, und zugleich auch die Welle W und die Räder ZZ mit sich umdreht, so daß auf diese Weise die ganze Maschine in Bewegung kommt.

Die zur Leitung oder Steuerung nöthige Bewegung wird auf die gewöhnliche Weise hervorgebracht, d. h. die stehende Welle oder Stange a wird mittelst der Hebegriffe b b bewegt. An dem unteren Ende von a befindet sich ein gezahntes Getriebe c, welches in einen gezahnten Kreisbogen d eingreift, der auf der gabelförmigen Stütze e ruht. Diese letztere steht mit dem Steuerungsgrade I in Verbindung, und zwar durch zwei Paare elliptischer Federn, von denen man eine bei x x sieht. Die Stütze e bewegt sich in dem Zapfenlager h und ist mit ein Paar Stätigkeitsplatten i versehen, wodurch sie aufrecht erhalten wird. Der Sitz des Wagenlenkers befindet sich über dem Wasserbehälter k, dessen obere Seite den Raum für den Heitzer bildet. Der Kessel wird, wie gewöhnlich, durch eine Druckpumpe mit Wasser gespeist. Der verbrauchte Dampf wird aus der Kammer D in der Röhre p, die 3 bis 4 Zoll weit in die Kammer D hineinragt, in den Rauchfang geleitet.

Fig. 99 zeigt einen horizontalen Durchschnitt des bei Fig. 97 und 98 zum Theil beschriebenen Kessels. Fig. 100 giebt eine Seitenansicht desselben. B1 ist nämlich dessen Körper oder Feuerbehälter, welcher von dem doppolten, mit Wasser

gefüllten Gehäuse AA umgeben ist. C ist der Rauchfang. D die Kammer für den verbrauchten Dampf, der durch die bei Fig. 97 und 98 beschriebenen Röhren II aus dem Cylinder getrieben wird. E bezeichnet die Sicherheitsklappe, die durch eine Stange mit dem Hebel F in Verbindung steht, und an diesem Hebel ist die Feder G angebracht, die dem erforderlichen Drucke angepaßt werden kann. H ist die Röhre, durch die der verbrauchte Dampf in den Rauchfang geleitet wird. I die trichterförmige Oeffnung, durch die das Brennmaterial eingetragen wird. K sind die Roststangen. B2 ist der Cylinder, in welchem sich die kupfernen Röhren LLL befinden, durch die das Feuer und die erhitzte Luft aus dem Feuerbehälter B1 nach abwärts in den Kanal M gelangen, der in den Rauchfang C führt, wie dieß in der Abbildung durch Pfeile ausgedrückt ist. In dem Durchschnitte Fig. 99 sieht man den Cylinder mit Wasser gefüllt, so daß dasselbe die Feuerröhren LL umgibt. Der Cylinder B2 ist von dem Feuerbehälter B1 getrennt; sein Scheitel und sein Boden bestehen aus starkem Eisenbleche, in welches die kupfernen Röhren eingesenkt und gehörig darin befestigt sind. Das Wasser in dem Cylinder B2 communicirt durch die Röhre xx, welche durch punktirte Linien dargestellt ist, mit dem in dem doppolten Gehäuse AA des Körpers B1 befindlichen Wasser. N ist die Speiseröhre, die das

Wasser auf die gewöhnliche Weise von der Druckpumpe herleitet. In B 3 befindet sich der Apparat, der zur Scheidung des Dampfes von dem Wasser dient. a a ist eine kreisförmige Kupferplatte, welche quer durch das Innere der Kammer B 3 und dann kegelförmig nach abwärts läuft, wie dieß die Zeichnung zeigt. Der Dampf steigt, gewöhnlich mit Wassertheilchen gemengt, von der Oberfläche des Wassers nach der Richtung der Pfeile empor und schlägt dann an den Boden der kreisförmigen Platte a a, von welchem er wieder nach abwärts zurückgeworfen wird. Hiebei fällt nun das Wasser, in Folge seiner größeren specifischen Schwere, in den Trichter b, durch welchen es wieder in den Körper zurückgelangt, während der Dampf, als die leichtere Flüssigkeit, zwischen der kreisförmigen Platte und dem oberen Trichter c in den obern Theil der Kammer B 3 emporsteigt, von wo aus er dann durch die Dampfröhre e in die Cylinder emporsteigt. Sollte dessen ungeachtet etwas Wasser mit dem Dampfe in den oberen Theil der Kammer B 3 übergetreten seyn, so kehrt dasselbe, in Folge seiner eigenen Schwere, durch den Trichter c zurück, da sich in diesem oberen Theile der Kammer der Dampf und das Wasser weniger in Bewegung befinden. Sowohl der obere Trichter c, als der untere Trichter b werden von der kreisförmigen Platte a getragen, und zwar mittelst 4 Säulen, von denen man bei d d zwei sieht.

Fig. 101 ist eine Seitenansicht eines Dampfwagens, der einen zur Fahrt von Reisenden bestimmten Wagen treibt. In diesem Falle ist das bei Fig. 97 und 98 beschriebene Steuerungsrad Y und der Lenkungsapparat von dem Dampfwagen getrennt. Der Dampfwagen ist mit dem zum Transporte der Reisenden bestimmten Wagen auf die in Nr. 3. abgebildete Weise verbunden; A zeigt hier nämlich den vorderen Theil des in Fig. 97 und 98 beschriebenen eisernen Gestelles. B ist eine starke eiserne Stange oder ein Verbindungsstück, welches an dem Bette C des Wagens für die Reisenden, und dann auch an dem Baume D fest gemacht ist. Die Stange B ist mittelst des Verbindungsstiftes E mit dem Gestelle A verbunden. Vorne an dem Wagen für die Reisenden ist dafür ein dem beschriebenen ähnlicher Steuerungs-Apparat angebracht, der übrigens auch auf irgend eine andere zweckmäßige Weise eingerichtet werden kann.

Fig. 102 ist eine Seitenansicht eines Dampfwagens, an welchem mehrere zum Transporte von Gütern bestimmte Wagen angehängt sind. In diesem Falle bleibt der Dampfwagen in dem bei Fig. 97 und 98 beschriebenen Zustande, während die Wagen oder Karren auf irgend eine geeignete Weise an dem hinteren Theile des Gestelles A A angehängt sind.

In der Zeichnung Nr. 1. sieht man den Apparat, der zur Bewegung der Schieber und Klappen dient, von vorne und von der Seite abgebildet. A A ist hier der aufrechte Theil des eisernen Gestelles, wie man es in Fig. 97 und 98 sieht. B ist eine Spindel, die sich in den an den Schieberbüchsen L L befestigten Zapfenlagern C C bewegt. An dem einen Ende der Spindel B ist ein aufrechter Hebel F F befestigt, an welchem sich zwei Stifte oder Zapfen E und K befinden. D ist eine Stange, die an dem einen Ende mit dem Gestelle A A in Verbindung steht, während ihr entgegengesetztes Ende zwei gabelförmige Mündungen bildet, von denen die untere den an dem unteren Theile des aufrechten Hebels F befindlichen Stift E umfaßt. An derselben Spindel B befinden sich ferner auch die beiden Arme G G, mit denen die beiden Verbindungsstangen H H ein Gefüge bilden, und diese Verbindungsstangen sind mit einem Querstücke I versehen, welches an dem Ende der Schieberstange t, die man auch in Fig. 97 sieht, angebracht ist. Wenn sich die Cylinder und die daran befindlichen Schieberbüchsen schwingen, so bleiben der Stift E und das untere Ende des aufrechten Hebel F unbeweglich, indem sie von der an dem aufrechten Theile des Gestelles A A befindlichen Verbindungsstange D festgehalten werden. So wie sich aber der Stützpunkt, oder die Spindel B mit dem Cylinder und der daran

befestigten Schieberbüchse bewegt, beschreiben die Arme G G einen Theil eines Kreises und heben oder senken auf diese Weise die Schieberstange t, die mittelst des Querstückes I und der Verbindungsstangen H H mit den Armen G G in Verbindung stehen. Soll die Bewegung der Maschinen umgekehrt werden, so muß die untere gabelförmige Mündung aus dem Stifte E gehoben und dafür die obere gabelförmige Mündung so gestellt werden, daß sie den oberen Stift K in dem aufrechten Hebel F umfaßt, in welcher Stellung sie von der Verbindungsstange M gestützt wird, die ihrerseits an irgend einen Theil der Maschine geführt werden kann, so daß der Maschinist, ohne seinen Platz zu verändern, die gabelförmige Stange D emporheben oder herabdrücken kann.

Figur 103 stellt einen verbesserten Dampfkessel oder Dampferzeuger im seitlichen Durchschnitte dar. Figur 104 zeigt ebendenselben im Grundrisse. Figur 105 endlich ist ein horizontaler Durchschnitt des Kegelcylinders nach der punktirten Linie in Figur 103 genommen. An diesen drei Figuren beziehen sich gleiche Buchstaben auf gleiche Gegenstände. A A ist das doppelte mit Wasser gefüllte Gehäuse, wobei zu bemerken ist, daß das doppelte Gehäuse der verschiedenen beschriebenen Dampfkessel mit Nieten, oder Bolzen versehen ist, durch welche die inneren und äusseren Seiten der Gehäuse mit einander verbunden sind. Einige dieser Nieten sieht man

in Figur 106. B sind die Roststangen. C ist die Dampfkammer oder der Separator, der zum Behufe der Scheidung des Dampfes mit einem Apparate versehen ist, der dem, bei Figur 99 beschriebenen ähnlich ist. Diese Kammer kann auch wie in Figur 97 und 98, eine ähnliche Kammer für den verbrauchten Dampf besitzen. D ist der nach abwärts steigende Cylinder, der keine kupfernen Röhren hat, wie jener in Figur 99, sondern der aus einem doppelten Gehäuse besteht. Das Innere dieser Gehäuse ist mit hohlen Kegeln ausgestattet, deren Spitzen in der Mitte des Cylinders beinahe zusammenstoßen, so daß das Feuer und die erhitzte Luft, wenn sie im Innern des Cylinders gegen den Rauchfang E herabsteigen, nach allen Richtungen an die Kegel anschlagen. Der Zweck dieser Kegel ist eine Vergrößerung der Feuerungs- und Wasseroberflächen; sie können daher je nach den Umständen auf verschiedene Weise angeordnet werden. So kann man den Feuerstrom und die erhitzte Luft in denselben zuweilen in einem aufsteigenden, zuweilen in einem absteigenden, oder in einem horizontalen Strome, oder in beiden zugleich leiten. Ebenso kann man diese Kegel so anbringen, daß sie in den Kessel, oder in das doppelte mit Wasser gefüllte Gefäß hineinragen, oder daß sie sich direct über dem Feuer oder über dem erhitzten Luftstrome oder um dasselbe herum befinden. Alle die Modificationen, die hier möglich sind, zu beschreiben,

ist weder nöthig, noch möglich. Die Verhältnisse der Seiten des Kegels zu dessen Basis können verschieden abgeändert werden; besser dürfte es seyn, wenn man die dem Feuer zunächst liegenden Kegel etwas stumpfer machte, als jene, die weiter davon entfernt sind, so daß der Dampf leichter zwischen denselben entweichen kann. Es ist übrigens auch nicht nöthig, daß diese Vorsprünge genau die Form von Kegeln haben; sie können z. B. auch keilförmige Prismen oder trichterförmige Parallelogrammen mit abgerundeten Ecken vorstellen, oder kurz irgend eine Form haben, welche mit ihrer Basis an dem Kessel oder Gefässe, in welchem das Wasser enthalten ist, verbunden werden kann. Sie können ferner aus Guß = oder Schmiedeeisen, oder irgend einem andern zweckmäßigen Materiale verfertigt werden, und die doppelten Gehäuse können irgend eine geeignete Gestalt haben. Der Cylinder D muß durchaus auf die in dem oberen Theile angedeutete und aus dem horizontalen Durchschnitte Figur 105 ersichtliche Weise mit Kreisen von Kegeln ausgestattet werden. G G sind zwei Röhren, welche das Wasser aus dem oberen Theile des Kessels in den unteren leiten, im Falle die Gänge H H durch das Emporsteigen des Dampfes unwegsam werden. I ist die Röhre, durch welche der Kessel auf die gewöhnliche Weise von einer Druckpumpe gespeist wird.

Figur 106 ist ein Seitendurchschnitt einer anderen Art von Kessel, an welchem zwei Kegel-Cylinder, von denen sich einer in der Mitte des Feuers befindet, angebracht sind. Figur 107 endlich ist ein horizontaler Durchschnitt dieses Kessels. A A bezeichnet an beiden letzteren Figuren das äußere Gehäuse oder den Cylinder, der hier zweimal so viel Wasser faßt und mit mehreren Kreisen von Kegeln ausgestattet ist. BB sind die Roststangen, die in einem Kreise rund um den inneren Cylinder herum angebracht sind. D ist der innere Kegelcylinder, der nach der beschriebenen Methode gleichfalls gedoppelt und bis zu dem in den Rauchfang E führenden Canal G hinab mit Kegelkreisen ausgestattet ist, obschon in der Zeichnung nur drei solcher Kreise angedeutet sind. C ist die bei Figur 99 beschriebene Dampfkammer oder der Separator. FFFF sind vier Oeffnungen in dem inneren Kegelcylinder D, durch welche das Feuer und die erhitzte Luft aus dem äußeren Kreise nach abwärts und zwischen den Kegeln bis in den Kanal G, und von da bis in den Rauchfang E gelangen kann. HHH in Fig. 107 sind drei Oeffnungen in dem Cylinder AA, die zum Eintragen des Brennmaterials dienen. I ist die Speiseröhre, die das Wasser von der Druckpumpe herleitet. KK sind Röhren, durch welche das in dem äußeren Cylinder AA befindliche Wasser mit dem im inneren Cylinder D enthaltenen Wasser communicirt. Es sind

vier solcher Röhren in gleichen Entfernungen von einander angebracht, von denen man jedoch nur zwei in Fig. 106 angedeutet sieht.

§. 117.

Nachdem ich nun die Kraft und die Leistungsfähigkeit einiger Dampfwagen beschrieben habe, die man auf Chausseen in Gang zu setzen beabsichtigt, bietet sich die Frage von selbst dar, in wie weit diese Pläne zur Ausführung gekommen sind, und ob wirklich solche Wagen bereits ihre Fahrten machen? Es ist sehr zu bedauern, daß diese Frage nicht beantwortet werden kann, ohne zugleich einzuräumen, daß, wie groß auch das Capital und der Unternehmungsgeist Englands sind, es dabei nicht an Aberglauben, Unwissenheit und Unredlichkeit fehlt, die häufig aus Eigennutz und anderen unwürdigen Beweggründen dem Fortschritte jeder Verbesserung entgegentreten; und wenn auch dieser Fortschritt endlich sicher und unvermeidlich ist, so kann er doch durch solche Hindernisse eine Zeit lang gehemmt und verzögert werden. So hat man sich z. B. gegen die Unternehmer der Dampfwagen aus Eigennutz und Unwissenheit ein System von Verfolgung zu Schulden kommen lassen, was einer Nation, die an Civilisation um 500 Jahre hinter Großbrittanien zurückstände, zur Schmach gereichen würde. Zu Anfang des Jahres 1831 ließ Sir Charles Dance einen Dampfwagen zwischen

Glouceſter und Cheltenham fahren, um Paſſagiere zu transportiren. Er war nach den Grundſätzen des Gurney'ſchen Dampfwagens gebaut, begann ſeine Fahrten den 21. Februar und fuhr täglich viermal zwiſchen den beiden eben erwähnten Orten, die 9 engliſche Meilen von einander entfernt ſind, bis zum 22. Juni. Während dieſer Zeit machte er 396 regelmäßige Reiſen, legte im Ganzen eine Strecke von 3644 engliſchen Meilen zurück und transportirte über 3000 Paſſagiere, ohne einen einzigen unangenehmen Zufall, halb ſo wohlfeil, als die Poſtkutſchen und mit größerer Geſchwindigkeit.

„Die Unternehmung, ſagte Hr. Gurney, welche bis jetzt für eine Chimäre gehalten worden war, wurde jetzt ernſthaft. Männer, deren wirkliche oder eingebildete Intereſſen dabei ins Spiel kamen, wurden bedenklich. Landwirthe beſorgten, dieſe Neuerung werde den Ackerbau beeinträchtigen. Das Publikum konnte für den halben Betrag des Poſtgeldes die Reiſe machen, und dieſes Publikum trat raſch auf Seiten der Dampfwagen. Bei dieſer Lage der Dinge wurden auf eine geſchickte Weiſe die gröbſten Unwahrheiten in Bezug auf den Dampfwagen weit und breit in Umlauf gebracht. Als eine Folge des Eindrucks dieſer Gerüchte gieng eine große Zahl Chauſſeegelder-Geſetze ſchnell durch beide Häuſer des Parlaments, um Prohibitivzölle auf die Dampfwagen zu legen. In manchen Fällen betrugen die aufgelegten Zölle an jeder Zolleinnah-

me 2 Pf. Sterl., an anderen Zolleinnahmen 2 Pf. St. 8 Sch. und an einigen sogar 3 Pf. St. 8 Sch. Die Cheltenham Road Bill war unter anderen eins von diesen Zollgesetzen."

Dieses war indessen nicht die einzige Art, wie sich diese schmachvolle Verschwörung gegen den Fortschritt der Verbesserung kund gab. Sir Charles Dance sagt, daß sich verschiedene Classen von Leuten, wie z. B. Landedelleute, Weginspectoren, Landwirthe, Eilwagenbesitzer, Kutscher, Postillons u. s. w. gegen seine Dampfkutschen aufgelehnt hätten. Manche meinten, die Neuerung würde den Ackerbau beeinträchtigen; Andere, sie werde die Wege zerstören; noch Andere, die Pferdezucht und abermals der Landwirth werde darunter leiden; Andere, die Eilwagenbesitzer würden zu Grunde gehen, und alle für sie beschäftigten Leute brodlos werden. Da er in Erfahrung brachte, daß die Aufseher des Weges zwischen Gloucester und Cheltenham von der Opposition angestiftet worden seyen, auf Mittel zu denken, wie die Fahrten der Dampfkutschen verhindert werden könnten; so ließ Sir Charles Dance den 20. Juni 1831 einen gedruckten Brief an die Aufseher der Straße zwischen Gloucester und Cheltenham abgehen, in welchem er die von den Dampfkutschen zu erwartenden Vortheile darlegte. Den 22. Juni fand er, daß etwa 4 Meilen von Gloucester die Chaussee nach ihrer ganzen Breite 18 Zoll hoch mit Steinen beschüttet

war, über welche der Dampfwagen zweimal mit bedeutender Schwierigkeit gefahren war. Diese Art, die Chaussee zu repariren, welche sich übrigens damals im besten Zustande befand und gar keiner Ausbesserung bedurfte, war eine so auffallende Erscheinung, daß man die Absicht unmöglich verkennen konnte, welche damit erreicht werden sollte. Nachdem der Dampfwagen mehrmals über diese schwierige Stelle gefahren war, brach die Achse desselben; und dieser Umstand nebst anderen, ferner auch die prohibitive Zollbill zwangen die Eigenthümer des Dampfwagens, ihre Unternehmung aufzugeben. Der Dampfwagen stellte also seine Fahrten ein.

„Sehr viele Leute, sagt Sir Charles Dance, boten mir an, nöthigen Falls bezeugen zu wollen, daß das Hinderniß auf dem Wege für alle Arten von Fuhrwerken, selbst für das Felleisen ganz ungemein bedeutend gewesen sey, und man drang in mich, daß ich mich beim General-Postmeister wegen dieser anscheinend nur zur Hemmung der Dampfwagen bewerkstelligten Maaßregel beschweren möge.

„Ich war indessen entschlossen, wo möglich durchaus nichts Feindseliges zu unternehmen, und hatte für diejenigen, welche sich dieser Mittel bedienen konnten, um ein großes nationales Unternehmen zu hintertreiben, nur Mitleiden und Verachtung. Da ich überzeugt war, das Publikum

finde an den Fahrten mit Dampfwagen immer mehr Geschmack, indem Passagiere aus allen Theilen des Reiches ihre Zufriedenheit zu erkennen gaben und die Leute der niederen Classen als ihre Ueberzeugung aussprachen, daß die Verdrängung der Pferde durch Dampf ihren Nothstand erleichtern werde, so beabsichtigte ich, meine Räder zu verstärken und die Fuhren allen Hindernissen zum Trotz fortzusetzen. Im Laufe der folgenden Woche erfuhr ich jedoch, daß eine Menge Chausseegelder-Gesetze durch beide Häuser des Parlamentes gegangen seyen, welche die Dampfwagen mit schweren Zöllen belegten, die einem Verbote gleichstanden, und daß die Chaussee von Cheltenham mit hierunter begriffen sey. Da ich nun einsah, daß, wenn die Gesetzgebung auf die Seite unserer Widersacher träte, die Dampfkutschen ihre Fahrten einstellen müßten, so gab ich das Unternehmen vor der Hand auf."

Unter diesen Umständen beschloß Hr. Gurney, sich mit einer Petition um Herabsetzung dieser Zölle an das Unterhaus zu wenden, und auf Veranlassung dieser Petition wurde ein Ausschuß niedergesetzt, um diese Sache zu untersuchen. Das Ergebniß der ersten Untersuchung dieses Ausschusses war von der Art, daß er sich um Erweiterung der Befugnisse an das Unterhaus wenden mußte, weil der Gegenstand eine genauere und gründlichere Untersuchung verdiene, als man anfangs geglaubt

hatte. Diese Untersuchung dauerte drei Monate, und es wurden während dieser Zeit die ausgezeichnetsten Statistiker, Gelehrte und Maschinenbauer Englands über den in Frage begriffenen Gegenstand vernommen; den 12. October wurde der Bericht dieses Ausschusses, dessen bereits häufig gedacht worden ist, auf Befehl des Unterhauses gedruckt.

In diesem Bericht wurde dem Unterhause empfohlen, die Chausseegelder-Gesetze wieder zurückzunehmen. Der Ausschuß äußerte sich auch dahin, daß er aus der geführten Untersuchung die Ueberzeugung gewonnen habe, daß statt thierischer Zugkraft die Anwendung von Maschinenkraft auf gewöhnlichen Straßen eine der wichtigsten Verbesserungen der Communicationsmittel des Binnenlandes sey, und daß er die Ausführbarkeit als völlig erwiesen betrachte; daß die allgemeine Anwendung derselben in dem Verhältnisse mehr oder weniger schnell Platz greifen werde, in welchem die Aufmerksamkeit wissenschaftlicher Männer der fernerweiten Verbesserung durch öffentliche Aufmunterung zugewendet werden würde. Der Bericht sagt auch, eine der Ursachen dieser hohen Chausseezölle rühre von der Absicht der Chausseeaufseher her, der Benützung des Dampfes, als einer fortbewegenden Kraft, so viel als möglich Hindernisse in den Weg zu legen; und der Ausschuß empfehle daher, den Schutz der Gesetze auf

die Dampfwagen unverzüglich auszudehnen. Zum Schlusse äußert der Ausschuß noch, es sey hinlänglich bewiesen und ihm die Ueberzeugung gegeben worden:

1) „Daß Wagen auf gewöhnlichen Chausseen mit einer Geschwindigkeit von 10 englischen Meilen auf die Stunde fortbewegt werden können;
2) „daß sie bei dieser Geschwindigkeit über 14 Passagiere gefahren haben;
3) „daß das Gewicht der Dampfwagen mit Einschluß der Dampfmaschine, des Brennmateriales, des Wassers und der zur Lenkung und Beaufsichtigung nöthigen Personen geringer, als drei Tonnen seyn kann;
4) „daß diese Wagen an beträchtlichen Böschungen mit Leichtigkeit und Sicherheit bergauf und bergab fahren können;
5) „daß sie für Passagiere völlig gefahrlos sind;
6) „daß sie dem Publikum keinen Schaden bringen (oder keinen bringen können, wenn sie gut construirt sind);
7) „daß sie ein geschwinderes und wohlfeileres Transportmittel sind, als die von Pferden gezogenen Wagen;
8) „daß durch diese Dampfwagen, da man ihnen breitere Radreife, als anderem Fuhrwerke, geben kann, und da sie nicht so nach-

theilig auf die Chausseen wirken, wie beim gewöhnlichen Zuge die Pferdehufe, die Chaussseen weniger abgenutzt werden, als durch die Kutschen, welche mittelst Pferdekraft gezogen werden;

9) „daß ein so hoher Zoll auf die Dampfwagen gelegt worden ist, welcher ihre Anwendung auf mehreren Chausseen verbietet, sobald keine Aenderung dieser Ansätze eintreten sollte.“

Das Parlament wird auf das im erwähnten Berichte gegebene Gutachten die prohibitiven Zollgesetze widerrufen; der Unternehmungsgeist der Nation wird, befreit von den Banden, die ihm eine durch falsche Vorspiegelungen der Unwissenheit und Unredlichkeit getäuschte Gesetzgebung angelegt hatte, von Neuem zur Thätigkeit aufgefordert werden; und das Publikum wird bald die Ueberzeugung gewinnen, daß, welche große Wirkungen auch der Dampf bereits auf den Wohlstand Englands hervorgebracht hat, doch noch immer andere Wirkungen von nicht geringerer Größe und Wichtigkeit zu entwickeln übrig bleiben. In dem Augenblicke, wo ich dieses schreibe, werden mehrere Dampfwagen gebaut, um auf den Chausseen Englands regelmäßig den Transport von Passagieren zu besorgen. Einige sollen zwischen Paddington und der Bank auf dem New Road fahren, andere zwischen London und Greenwich und anderen Orten in der Nähe der Hauptstadt. Ein anderer Dampf-

wagen wird, wie es heißt, zwischen London und Birmingham beginnen. Nachdem der erste Anstoß gegeben ist, werden die Fortschritte rasch und die Wirkungen von verhältnißmäßiger Wichtigkeit seyn.

Mich in eine Diskussion einzulassen, um die Meinungen zu widerlegen und die Vorurtheile zu beseitigen, durch welche verschiedene Classen von Personen veranlaßt werden, sich dem Fortschritte dieser wichtigen Entdeckung entgegen zu setzen, ist gar nicht meine Absicht; sondern ich begnüge mich blos, mich in diesem Betreff an diejenigen zu wenden, die sich belehren lassen und nicht im Irrthume beharren wollen, indem sie die Mittel der Belehrung vernachläßigen, welche in den Zeugenaussagen über die Dampfwagen vor dem Ausschusse des Unterhauses ihnen offen dargeboten sind.

Die irrigen Meinungen, welche viele Personen hinsichtlich der nachtheiligen Folgen hegen, welche diese Erfindung auf die Landwirthschaft äußern können, sind auf eine bündige Weise in der Aussage des Obersten Torrens widerlegt. „Meines Erachtens, sagt er, wird die Landwirthschaft in demselben Maaße blühend seyn, als die Quantität der zu Markte gebrachten Produkte die Quantität der auf den Transport verwandten übersteigt. Wenn statt der von Pferden gezogenen Wagen, Dampfwagen in Gebrauch kommen, so kann dieses nur geschehen, weil diese das wohlfeilere Transportmittel sind. Wenn der Transport der Bodener-

zeugnisse weniger kostet, so wird dadurch nothwendig die Quantität der Produkte vermindert, welche der Transport einer gegebenen Quantität bis auf den Markt verschlingt, und folglich den Nettoüberschuß vermehrt, nach dessen Größe sich der blühende Zustand der Landwirthschaft richtet. Wenn z. B. der Werth von 200 Maltern Getreide dazu gehört, um 400 zu bauen, und der Transport abermals den Werth von 100 Maltern in Anspruch nimmt, so stellen 100 Malter den Nettoertrag dar. Läßt sich nun durch Dampffuhrwerke der Transport für den Werth von 50 Maltern bewirken, so steigt der Nettoertrag von 100 auf 150 Malter, und folglich wird sowohl das Einkommen des Pachters, als das des Grundherrn verhältnißmäßig vermehrt. Viele Grundstücke können gegenwärtig nicht angebaut werden, weil die Productions- und Transportkosten mehr betragen, als das Produkt auf dem Markte einbringt. Würde jedoch die Quantität des Produktes, welche der Transport desselben verschlingt, hinlänglich vermindert, so würde mancher unproduktive Boden in Cultur genommen werden, der jetzt nicht unter den Pflug genommen werden kann. Aus denselben Gründen würde die Verringerung der Transportkosten gestatten, daß man auf alle bereits cultivirten Grundstücke mehr Arbeit und Capital verwendete; denn man darf als bekannt voraussetzen, daß jede Verbesserung, durch die es möglich wird, früher nicht cultivirte

Ländereien zu bebauen, uns auch in den Stand setzt, Ländereien, die bereits cultivirt worden, besser zu bebauen.

„Wenn die Dampfwagen sehr plötzlich in Gebrauch kämen, und dadurch die Pferde sehr schnell verdrängt würden, so glaube ich allerdings, daß auf eine gewisse Zeit die Nachfrage nach Hafer und Futterkräutern sich vermindern, Länderei außer Cultur gesetzt werden, und Arbeiter unbeschäftigt bleiben würden; aber die Dampfkutschen können nur ganz allmählig in Gebrauch kommen, und deren wohlthätige Wirkungen auf den Ertrag des Handels, indem landwirthschaftliche Produkte wohlfeiler auf den Markt gebracht werden können, werden das Einkommen vermehren, der Industrie einen neuen Impuls geben und ein stärkeres Bedürfniß an Arbeitern erzeugen. Die Nachfrage nach Arbeitern richtet sich nach der Quantität von Nahrungsmitteln und rohen Materialien, welche auf eine wohlfeile Weise erlangt werden können; und da durch die Verdrängung der Pferde mehr Nahrungsmittel und Materialien vorhanden-seyn werden, so wird durch Einführung der Dampfkutschen die Nachfrage nach Arbeit sich zuletzt außerordentlich vermehren und keineswegs vermindern. Man hat angenommen, daß auf den gewöhnlichen Straßen Großbritanniens gegenwärtig 1 Million Pferde angewandt werden, und man rechnet, daß ein Pferd soviel Nahrungsmittel braucht, als 8 Menschen.

Wenn also die Dampfwagen in solcher Ausdehnung in Gebrauch gebracht werden könnten, daß dadurch alle Pferde von den gewöhnlichen Straßen verdrängt würden, so würde Nahrung und Nachfrage für 8 Millionen Menschen mehr vorhanden seyn. Wenn wir aber ferner in Betracht ziehen, daß wir durch die Verringerung der Transportkosten in den Stand gesetzt werden würden, Landstriche zu cultiviren, welche gegenwärtig nicht mit Vortheil bebaut werden können, und daß uns dadurch ferner die Möglichkeit gegeben werden würde, auf die bereits cultivirten Ländereien mehr Arbeit und Capital zu verwenden; so halte ich mich zu dem Schlusse berechtigt, daß die Bevölkerung, der Reichthum und die Macht Großbritanniens wenigstens verdoppelt werden müßten, wenn alles Zugvieh von den gewöhnlichen Straßen durch Dampfkutschen verdrängt wird.

„Man giebt an, manche Ländereien seyen so arm, daß nur Hafer darauf gebaut werden könne. Darauf läßt sich nun antworten: 1) daß eine gänzliche Verdrängung der Pferde nicht angenommen werden kann; und daß unvermeidlich eine große Zahl derselben zum Vergnügen, wie auch für solche Fälle gehalten werden müssen, in welchen aus mancherlei Ursachen der Dampf nicht anwendbar ist; und daß, wenn es wirklich Ländereien giebt, die blos Pferdefutter tragen können, die Quantität dieser Länderei doch nicht größer ist, als diejenige,

auf welcher das Futter für diejenigen Pferde erzeugt werden kann, die in keinem Falle abgeschafft werden. Es ist auch zu berücksichtigen, daß, wenn auch solche Länderei nicht mehr in Cultur genommen werden kann, die früher dazu gebrauchten Arbeiter zu einer ausgebreiteteren Cultur anderer Länder werden begehrt werden, welcher die Eigenschaft, nichts als Pferdefutter zu tragen, abgeht. Aber 2) bezweifle ich noch, daß irgend eine, überhaupt culturfähige Bodenart existire, auf der sich nichts, als Pferdefutter bauen ließe, und wo nicht entweder für Menschen, oder für Vieh irgend ein anderes landwirthschaftliches Produkt gezogen werden könnte, nach welchem die sich vermehrende Bevölkerung Nachfrage erzeugen würde.

„Wenn die plötzliche Einführung der Dampfkutschen zum Transport der Passagiere eine temporäre Abnahme der Nachfrage nach landwirthschaftlichen Erzeugnissen zur Folge haben sollte, so würden auch noch andere Folgen eintreten, durch welche die Landwirthe Schadenersatz bekämen. So wie die Nachfrage nach landwirthschaftlichen Producten sich verminderte, würden dieselben im Preise fallen, die Nahrungsmittel wohlfeiler werden, und diese Wohlfeilheit theils der arbeitenden Classe, theils den Capitalisten zu Gute kommen; denn die erstere würde höhern Arbeitslohn erhalten, und die letzteren ihr Capital zu höheren Interessen benutzen. Diese Erhöhung des Lohnes und des Capitalienener-

trages würde den Fabriken neuen Aufschwung geben und die davon lebende Bevölkerung vermehren, so wie der Industrie neue Capitalien zufließen lassen. Die Landwirthschaft würde also nur vorübergehend gedrückt werden, denn durch die Vermehrung der Volksmenge würde eine so starke Nachfrage nach landwirthschaftlichen Produkten entstehen, als früher durch die Anwendung der Pferde erzeugt wurde, so daß, selbst bei der übertriebenen und höchst unwahrscheinlichen Annahme, daß die Dampffuhrwerke nie dazu verwendet werden würden, um landwirthschaftliche Produkte wohlfeiler zu Markte zu bringen, dem Lande doch ein sehr großer Vortheil erwachsen müßte, indem sich die industrielle Bevölkerung sehr vermehren und England in noch höherem Grade, als gegenwärtig, der Weltmarkt für Fabrikwaaren werden würde.

„Das Verdrängen der Pferde durch Maschinenkräfte würde in der That dasselbe bewirken, als ob zu Großbrittanien ein bedeutendes fruchtbares Gebiet hinzugefügt würde, welches an Größe demjenigen gleichstände, auf welchem jetzt das Futter für sämmtliche, auf den gewöhnlichen Straßen angewandte Pferde gebaut wird. Eine solche Vergrößerung an fruchtbaren Ländereien würde, wenn sie in England plötzlich geschähe, anfangs den Werth der landwirthschaftlichen Produkte verringern und den Besitzern der alten Ländereien Schaden zufügen; aber niemand würde darum behaup-

ten, daß, wenn wir Großbrittanien um neue fruchtbare Landstriche vergrößern könnten, das öf= fentliche Interesse darunter leiden müßte. Niemand wird einen so ungereimten Satz aufstellen; allein eben so albern wäre es, wenn jemand daran etwas auszusetzen fände, daß man durch Vertauschung der Pferdekraft mit Maschinenkraft die Nahrungs= mittel für Menschen zu vermehren sucht. Statt die Mittel der Fortbewegung aus der Oberfläche des Bodens zu ziehen, beziehen wir sie jetzt aus den Eingeweiden der Erde. Erstere sind im Stande, auch Menschen zu ernähren, nicht aber letztere."

Zwölftes Capitel.

Die Erfindung des Hrn. Perkin's. — Dessen Dampfkanone. — Dampfschiffahrt. — Bedeutung von Pferdekraft.

---

§. 118.

Vor einigen Jahren erregten die Versuche des Hrn. Perkins mit Dampf von einem ungewöhnlich hohen Grade der Elasticität gar sehr die Aufmerksamkeit des Publikums. Obschon es ihm nicht besonders gelungen zu seyn scheint, seinen Ideen praktische Anwendbarkeit zu geben, so sind sie doch so kühn und originell, daß wir es nicht würden entschuldigen können, sie ohne besondere Erwähnung zu übergehen.

Die bis jetzt gebräuchlichen Kessel der Dampfmaschinen erfüllten einen doppelten Zweck: es wurde nämlich einmal vor der Dampferzeugung das Wasser in ihnen erhitzt und alsdann waren sie auch die Magazine des für den Zweck, die Maschine in Thätigkeit zu setzen, erzeugten Dampfes. Hr. Perkins kam auf den Gedanken, daß man den letztern Zweck ganz aufgeben könne und dabei viel gewinne, indem man die Dimensionen des Kessels beträchtlich verkleinern, einen Dampf von weit größerer Spannkraft erzeugen und die Consumtion des Brennmateriales beträchtlich vermindern könne. Statt nun einen Vorrath von angesammeltem Dampf für die Zwecke der Maschine zu haben, schlug er vor, den Dampf blos in dem Maaße zu erzeugen, in welchem derselbe nöthig sey, und keinen Theil des im Kessel befindlichen Wassers, bis auf denjenigen, welcher gerade erforderlich sey, um auf den Kolben bei jedem Zuge zu drücken, in Dampf zu verwandeln.

Es war längst bekannt, daß die Verdunstung einer Flüssigkeit durch mechanischen Druck verhindert werden könne und daß auch die Flüssigkeit unter solchen Umständen jede Temperatur annehmen und dennoch ihre flüssige Gestalt behalten könne. Es war auch bekannt, daß nach Entfernung dieses Druckes die Erzeugung eines diesem Drucke an Spannkraft proportionalen Dampfes die unvermeidliche Folge seyn müße. Herr Perkins benutzte diese

Thatsachen, um die oben erwähnten Ideen zur Ausführung zu bringen. Er construirte ein cylindrisches kupfernes Gefäß von drei Zoll Dicke, welches gegen acht Gallonen fassen und einen inneren Druck von 4000 Pfund auf den Quadratzoll auszuhalten vermochte. Eine Oeffnung am Ende dieses Gefäßes stellte durch ein Ventil, welches mit dem 35fachen Drucke der Atmosphäre belastet war, die Verbindung mit dem Dampfrohre her, und ein Sicherungsventil mit dem 37fachen Drucke der Athmosphäre belastet, war an einer andern Oeffnung angebracht. In noch eine andere Oeffnung dieses Gefäßes war eine Röhre eingesetzt, welche mit einer Druckpumpe in Verbindung stand, durch deren Thätigkeit in diese Röhre Wasser getrieben werden konnte. Dieses cylindrische Gefäß nannte er Dampferzeuger; es war mit Wasser ganz gefüllt und stand vertikal in einem Ofen. Das Brennmaterial in diesem Ofen wurde mittelst eines Gebläses in lebhafter Verbrennung erhalten; denn er fand, daß ein Gebläse für diesen Zweck weit wirksamer sey, als der gewöhnliche Luftzug.

Da das Wasser im Dampferzeuger sich nicht ausdehnen konnte, so wurde die Temperatur desselben bis auf 300, 400, ja selbst 500° F. gesteigert. Nachdem dieses geschehen war, wurde eine kleine Quantität Wasser in den Dampferzeuger gepumpt; und da das Wasser sich nicht zusammendrücken läßt, so mußte nothwendig eine gleiche Quantität aus

dem mit dem kleinern Gewichte belasteten Ventile treten. Dieses Wasser, welches aus dem Dampferzeuger in das Dampfrohr gelangte, verwandelte sich nun mit Blitzesschnelle in Dampf von enormer Spannkraft und wurde unter den Kolben geleitet, um denselben nach Art der doppeltwirkenden Watt'schen Dampf-Maschinen, wo die Verdichtung auf der einen Seite des Kolbens erfolgt, während der Dampf auf die andere Seite desselben tritt, in Bewegung zu setzen.

Den Dampf, welcher unverdichtet blieb, schlägt er an zu dem fünffachen Drucke der Atmosphäre, während der aus dem Wasser erzeugte Dampf, welches aus dem Dampferzeuger getrieben worden war und der auf die andere Seite des Kolbens drückte, 35 Atmosphären gleichkam, so daß also eine effective Triebkraft von dem dreißigfachen Drucke der Atmosphäre oder 450 Pfund auf den Quadratzoll erlangt wurde.

Der von dem fünffachen atmosphärischen Drucke verdichtete Dampf besaß eine Temperatur von 350° F. und wurde bei dieser Temperatur mittelst der Druckpumpe in den Dampferzeuger getrieben, um abermals durch die Maschine zu cirkuliren. Dadurch wurde eine große Quantität Wärme auf dieselbe Weise, wie bei Watt's Maschine, durch die Heißwasserpumpe und das Speiserohr erspart.

Die Vorsichtsmaasregeln, welche Herr Perkins angewendet hat, um zu verhindern, daß nicht

durch den hohen Druck, welchen der Apparat auszuhalten hat, Unglücksfälle entstehen, scheinen alle mögliche Sicherheit zu verbürgen. Außerdem nämlich, daß der Apparat so construirt war, um den 260fachen Druck der Atmosphäre auszuhalten, besaß er auch, wie bereits erwähnt worden, ein mit 37 Atmosphären belastetes Sicherungsventil. Es lief auch noch eine Röhre in den Dampferzeuger, an deren Ende eine kupferne Kugel saß, welche bei einem Druck von 1000 Pfund, also ungefähr 66 Atmosphären platzte. Eine andere Röhre stand mit einem Zeiger in Verbindung, einem Instrumente, welches mittelst eines Spiralringes die Stärke des Druckes angiebt.

Man hat geglaubt, daß das Platzen des Kessels oder jedes Theiles des Apparates, welcher Wasser von so hoher Temperatur enthält, mit sehr großer Gefahr verbunden seyn müße. Dieses soll aber, wie Herr Perkins versichert, eine ganz irrige Ansicht seyn, denn im Falle eines solchen Ereignisses fließt das Wasser so schnell aus, daß es nicht den nöthigen Zuwachs von Wärme empfängt, um in Dampf verwandelt zu werden, und die Folge davon ist, daß nur eine sehr kleine Portion die Dampfgestalt annimmt und der Rest, welcher flüßig bleibt, das Feuer auslöscht. Wenn die oben erwähnte kupferne Kugel platzt, so zerreißt sie wie Papier, ohne eine Explosion, oder sonst einen Schaden zu verursachen. Herr Perkins hat

sie, um dieses zu beweisen, häufig zerplatzen lassen.

Eine solche Maschine soll soviel leisten, als eine Watt'sche für 10 Pferde und dabei nur 1 Buschel Kohlen gebrauchen, wenn diese letztere 9 Buschel erfordert. Diese Maschine nimmt auch einen sehr geringen Raum ein.

Herr Perkins hat auch den Versuch gemacht, und zwar nicht ohne Erfolg, durch die Dampfkraft das Schießpulver zu ersetzen. Die Art und Weise wie er dieses bewerkstelligt, ist im Einzelnen ziemlich ebenso, wie bei der Windbüchse, nur daß er, statt eines Magazines verdichteter Luft, einen Dampferzeuger anwendet, welcher so stark erhitztes Wasser enthält, daß dasselbe, sobald es vom Drucke frei wird, sich augenblicklich in Dampf von enormer Elasticität verwandelt. An der Schwanzschraube treten die Kugeln aus einem Rumpfe in den Lauf, und alsdann streicht in denselben höchst elastischer Dampf und treibt die Kugel aus dem Rohre. Die Wirkungen dieser Projektile sollen denen des auf ähnliche Weise angewendeten Schießpulvers vollkommen gleich seyn, und außerdem gewähren sie noch den Vortheil, daß man sie aus demselben Rohre in ununterbrochener Aufeinanderfolge, und so lange, als man wünscht, abschießen kann.

Die praktische Schwierigkeit, welche mit der von Perkins angegebenen Benutzung des Dampfes im Ganzen verbunden zu seyn scheint, besteht

darin, die Kraft zu unterhalten, indem man eine hinlängliche Quantität Wasser so außerordentlich stark erhitzt, wie es für diese Zwecke nöthig ist.

So wie auf den amerikanischen Binnenseen, hat man auch auf den europäischen angefangen, die an ihren Küsten gelegenen Oerter durch Dampfschiffahrt in Verbindung zu setzen, z. B. auf dem Bodensee, Genfersee und andern. Dahin gehört z. B. der Wilhelm Tell, ein Dampfschiff von 110 Tonnen, welches Hr. Church, Nordamerikanischer Consul in Genf, durch den Schiffsbaumeister, Marias aus Bordeaux erbauen und mit einer Maschine aus Liverpool versehen ließ, um den Genfersee zu befahren. Es ist unter andern durch die eigenthümliche Art der Schaufeln seiner Treibräder ausgezeichnet, welche auf eine solche Art beweglich sind, daß sie stets mit ihrer vertikalen Ebene ins Wasser eintauchen und sich ebenso wieder aus demselben erheben, wodurch das sonst gewöhnliche unangenehme Geräusch vermieden wird.

Große Dampfschiffe fahren auf dem adriatischen Meere. Eins, die Carolina, geht, wie Partington berichtet, jeden 2ten Tag von Venedig nach Triest, ein anderes, der Eridano, fährt zwischen Pavia und Venedig, welcher Weg in 37 Stunden zurückgelegt wird. Für die Dampfschiffahrt auf der Donau, welche übrigens mit 5 und auch wohl mit 8 Fuß Geschwindigkeit fließt, haben Fr. Bernard et Comp. und Chev. de St.

Leon et Comp. seit 1818 ein fünfzehnjähriges Privilegium erhalten. Auch auf dem Rhein fahren mehrere Dampfschiffe.

§. 120.

Die eigentliche Erfindung der Dampfschiffe ist neueren Ursprungs. Es liegt auch in der Natur der Sache, daß die Erfindung der Dampfschiffe nicht älter seyn kann, als die der Dampfmaschine selbst, aber wirklich war es auch Savery, welcher 1698, als er mit der Construction seiner Dampfmaschinen beschäftigt war, das Modell eines Schiffes zeigte, welches durch Schaufelräder bewegt werden sollte; diese aber wollte er wieder durch andere in Bewegung setzen, auf welche das durch seine Dampfmaschine geförderte Wasser fallen sollte. Nur in entfernter Berührung mit den jetzigen eigentlichen Dampfschiffen stehen ums Jahr 1730 die Vorschläge eines Schotten, die Schiffe durch die Reaction des explodirenden Schießpulvers fortzutreiben, was wegen des geringen Effectes bei großem Aufwande verworfen wurde, desgleichen eines gewissen Genevois aus Bern, welcher 1759 absichtlich nach London kam und dort seine Pläne vorlegte, die Schiffe vermittelst Wasserräder zu treiben, letztere aber durch Federn in Bewegung zu setzen und diese durch verschiedene Mittel wahrscheinlich auch durch die Kraft des Schießpulvers zu spannen.

§. 121.

Die erste Idee der Anwendung des Dampfes auf die Dampfschiffahrt hat unstreitig Denis Papin gehabt, wie sich aus einer Abhandlung ergiebt, welche derselbe schon im Jahr 1695 geschrieben hat *). Im Jahre 1736 erhielt Jona-

---

*) Auch in dessen oft angezogenen Recueil etc. vom Jahre 1697 kommen p. 57—60 folgende Stellen vor:

„Es würde mich zu lange aufhalten, wenn ich hier erzählen wollte, auf welche Weise sich diese Erfindung (nämlich die der atmosphärischen Dampfmaschine) dazu verwenden ließe, Wasser aus den Bergwerken zu ziehen, Bomben zu werfen, und gegen den Wind zu rudern. Indessen kann ich mich doch nicht enthalten zu bemerken, daß man auf diese Weise viel schneller fahren würde, als mit Galeerensclaven.“ Ferner: „Durch meine Pumpen ließen sich jedoch wohl nicht gewöhnliche Ruder in Bewegung setzen, sondern man müßte solche anwenden, welche sich drehen.“ Um die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens in eine drehende zu verwandeln, schlägt er vor: „die Kolbenstangen mit einer Zahnung zu versehen, und diese in kleine Zahnräder eingreifen zu lassen, welche auf den Axen der Ruder befestigt seyn müssen;“ damit jedoch die Bewegung eine unausgesetzte sey, schlägt Papin vor, „mehrere Dampfmaschinen anzuwenden, deren Kolben sich nach entgegengesetzten Richtungen bewegen und von denen immer die eine zu arbeiten anfängt, wenn die andere zum Stillstand gelangt.“ Letzterer Vorschlag der doppelten Pumpenstiefel ist in der neuern Zeit von

than Hulls ein Patent auf Dampfschiffe. Nach seinem Vorschlage sollte die lothrechte Bewegung der Kolbenstange durch Seile in eine rotirende verwandelt werden. Sein Vorschlag scheint nie ausgeführt zu seyn, und eben so wenig ein ähnlicher von Gautier, welcher Schiffe durch Schaufelräder, diese durch die Schiffsmannschaft, und weil deren Kräfte nicht ausreichen würden, durch eine Dampfmaschine in Bewegung zu setzen, vorschlug. Sonach wäre das von Perrier 1775 erbaute Schiff, welches sich mittelst einer Dampfmaschine auf der Seine bewegte, das erste Dampfschiff, welches aber nur mit der Kraft eines einzigen Pferdes getrieben wurde, daher zu langsam fuhr und wieder in Vergessenheit kam. Die Versuche des Marquis von Jouffroi im Jahr 1782 würden wahrscheinlich zu einem Resultate geführt haben, wäre er nicht durch die Revolution zum Auswandern gezwungen worden. In Amerika erbaute ein gewisser Fitch seit dem Jahre 1786 Böte mit schaufelförmigen Rudern, welche durch eine Dampfmaschine, obgleich sehr langsam, bewegt wurden. Hiermit fuhr er unter andern auf dem Delaware. Die Kosten

---

Hrn. Mandsley, einem der geschicktesten Maschinenbauer Englands, auf mehreren seiner großen Dampfboote benutzt worden, um das Schwungrad entbehren zu können, welches in einem so beschränkten Raume sich nicht gut anbringen läßt.

der Erhaltung waren indessen wegen der unaufhörlichen Reparaturen gegen den Ertrag so bedeutend, daß Fitch die Sache aufgab, 1791 nach Europa kam und mit dem amerikanischen Consul zu Lorient, Hrn. Bail, den Plan zu einer Dampfschiffahrt in Europa entwarf, der aber nicht zur Ausführung kam. Eben so wenig Glück machte Morey, welcher verschiedene Arten Ruder, namentlich auch Schaufelräder, durch eine Dampfmaschine in Bewegung setzte. Am meisten wurde die Erfindung gefördert durch Livingston, dem der Staat 1798 ein Privilegium auf 20 Jahre ertheilte, wenn er bis 1799 ein Schiff von der erforderlichen Geschwindigkeit der Bewegung zu Stande brächte. Er machte verschiedene Versuche ohne Erfolg, bis er endlich 1802 als Gesandter der Vereinigten Nordamerikanischen Staaten in Frankreich Fulton's Bekanntschaft machte. Dieser hatte schon 1793 dem Lord Stanhope den Plan zu einem Dampfschiffe mitgetheilt, lernte später die Versuche Symington's in England, und durch Livingston die in Amerika gemachten kennen. Fulton zog unter allen Vorrichtungen die Schaufelräder vor, erhielt 1803 mit Livingston von den Staaten von Newjork noch einen Aufschub von zwei Jahren, um das zur Erlangung eines Patentes bedingte Probeschiff vorzuzeigen und brachte dasjenige zu Stande, welches mit einer Geschwindigkeit von 1,6 Meter in 1 Se-

cunde die Seine herauffuhr. Fulton kehrte erst 1806 nach Amerika zurück, wohin er eine Dampfmaschine aus der Fabrik von Watt und Boulton hatte senden lassen, erhielt 1807 abermals einen Aufschub der ihm gesetzten Frist und brachte dann das Schiff zu Newjork zu Stande, womit er eine Reise nach dem 120 Seemeilen entfernten Albany machte, welches er in 32 Stunden erreichte und in 30 Stunden die Rückreise beendigte. Das Schiff hieß Clermont und erregte durch seinen rauschenden Mastbaum, womit es gegen Wind und Wellen ankämpfte, die Bewunderung der Anwohner des Flusses. Unter Fulton's Leitung wurden viele Dampfboote erbaut, und unter andern auch die große Dampf-Fregatte, welche erst im Sommer 1815, gleich nach dem Tode ihres Erfinders, vollendet wurde. Sie besteht aus zwei 66 Fuß langen Booten, mit einem Zwischenraume von 15 Fuß, in welchem sich das Schaufelrad bewegt. Die Dampfkessel befinden sich in dem einen, und die Dampfmaschine selbst im andern Boote. Ihre Geschwindigkeit betrug, wenn sie mit Bemannung fuhr, fast 6 englische Meilen (zu 4956 Fuß) in einer Stunde. Auf dem Hauptverdecke befindet sich der Raum für die Bewaffnung, welche durch eine Brustwehr von massivem Zimmerholze 4 Fuß 10 Zoll dick geschätzt ist, mit 32 Schießscharten und eben so viel Kanonen, um glühende Kugeln zu schießen, zu deren Erhitzung alles be-

quem eingerichtet ist. Auch das obere, zur Aufstellung der Mannschaft bestimmte Verdeck ist mit einer starken Brustwehr umgeben. Die Fregatte hat zwei starke Masten mit Segeln, 2 Bogspriets und 4 Steuerruder, nämlich 1 an jedem Ende der beiden Boote, um auf gleiche Weise vorwärts und rückwärts bewegt zu werden. Dergleichen Fregatten sollten mehrere zur Beschützung der Küsten erbaut werden, es scheint dieses aber nicht ausgeführt zu seyn, indem Marestier selbst diese eine, Fulton I genannt, nicht erwähnt.

Schon im Jahr 1785 hatte in England der Banquier Miller aus Dalswinton Vorschläge zur Erbauung eines doppelten Bootes gemacht, zwischen dessen beiden Theilen ein Schaufelrad zur Bewegung desselben angebracht werden sollte, ließ, unterstützt durch Symington und Taylor, in einem kleinen Maaßstabe ein solches erbauen, mit einer kleinen Dampfmaschine versehen, und fuhr damit 1788 auf Dalswinton-Lake. Im folgenden Jahre wiederholte er den Versuch mit einem größern Schiffe auf dem Forth- und Clyde-Kanal, welcher gleichfalls glücklich ablief, wurde indessen von einem Theilnehmer betrogen, so daß ihn diese Probeversuche an 30,000 Pf. Sterl. kosteten, und gab nun die Sache auf.

Erwähnung verdienen noch die Versuche von Bunter und Dickinson, deren Dampfboot 1801 auf der Themse fuhr, aber mit zu geringer Geschwin-

digkeit, noch mehr aber Symingtons, welcher, unterstützt durch Lord Dundas, ein eigentliches Dampfboot nach der neuern Bauart verfertigte und im Forth- und Clyde-Kanale schiffen ließ. Von ihm, oder von Miller ist die Erfindung, den Stiefel der Dampfmaschine fast horizontal zu legen, um hierdurch das Schwungrad entbehrlich zu machen und auf die Kurbeln der Schaufelräder unmittelbar zu wirken. Gegen die Zweckmäßigkeit und Brauchbarkeit dieses Schiffes war nichts einzuwenden, allein es durfte nicht weiter gebraucht werden, weil die Schaufelräder die Ufer des Kanales zu sehr beschädigten.

Erst der häufige Gebrauch der Dampfschiffe in Amerika scheint die Aufmerksamkeit in England mehr auf dieselben gerichtet zu haben, und dennoch konnten sie so wenig in Aufnahme kommen, daß noch 1812 Bell und Thomson, die Actionärs eines durch Wood aus Glasgow erbauten Passagierschiffes von 40 Fuß Kiel und $10^1/_2$ Fuß oberer Breite mit einer Maschine von drei Pferdekräften zwischen Glasgow und Greenock fahrend, kaum ihre Kosten gesichert fanden. Gegenwärtig ist die Zahl der Dampfschiffe auch in England sehr groß, indem sie zum Transporte von Reisenden und als Packetböte benutzt werden, weil die Maschine einen großen Raum einnimmt und schwer ist. Sie sind fast durchaus sehr elegant gebaut, haben die Maschine im mittleren Raume und außerdem vorn

und hinten Cajüten, eine engere und zu wohlfeilern Plätzen vorn, eine geräumigere und bequem eingerichtete hinten. Zuweilen werden diese durch Dampf, oder durch die warme Luft geheitzt, welche über dem Feuerraume erhitzt wird. Auf den amerikanischen Dampfschiffen ist das Zimmer der Damen von dem der Herren abgesondert, und ausserdem hat man gemeinschaftliche Gemächer, auch Domestikenkammern an der Seite der Maschine, wie denn überhaupt für Bequemlichkeit und selbst für Aufwartung bestens gesorgt ist. Der Maschinenraum beträgt selten mehr, als 20 Fuß in der Länge und etwas über die Hälfte hiervon in der Breite, welches für eine Maschine von 20 Pferdekräften mit zwei Kesseln und einer Ladung Kohlen ausreicht. Auch hierbei ist bei kleinen Maschinen der Aufwand verhältnißmäßig größer, und man findet es daher vortheilhafter, sie größer zu bauen, welches vorzüglich auf den großen Flüssen Amerika's und auf der See leichter ausführbar ist. Dort giebt es daher Dampfschiffe von 300 bis 400 Tonnen, doch sollen, nach Buchanan, die von 70 Fuß Kiel und 90 Tonnen die besten seyn.

Um über die verhältnißmäßige Größe eines Dampfschiffes in concreto urtheilen zu können, mögen folgende genaue Angaben von Barlow dienen. Das zur Untersuchung der Norwegischen Küsten dienende königliche Dampfschiff, der Co-

met, von 237 Tonnen, hatte im englischen Fuß=maaße:

Länge des Schiffes	115	F.	0 Z.
Größte Breite	21	—	0 —
Länge des Dampfkessels . . .	15	—	0 —
Mittlere Breite desselben . .	15	—	0 —
Tiefe desselben	8	—	6 —
Metalldicke	0	—	3/8 —
Höhe des Schornsteines . . .	36	—	0 —
Durchmesser desselben bis 3 F.			
3 Z. Höhe	2	—	9 —
Desgleichen für 32 F. 9 Z. .	1	—	6 —
Dicke des Metalles	0	—	1/16 —

Ein sinnreicher Mechanismus ist von Dick=son angegeben worden, die Räder nach Erfordern höher, oder niedriger zu stellen, damit sie stets nur bis zu der erforderlichen Tiefe ins Wasser ein=tauchen. Eine Anwendung hiervon macht man auch, indem die Schiffe zugleich Segel erhalten und diese bei günstigem Winde entweder allein, oder zugleich mit der Maschine benutzt werden, um Kohlen zu ersparen.

§. 122.

Ueber die amerikanischen Dampfboote hat Hr. C. Redfield von New York unlängst eine inte=ressante Mittheilung *) gemacht, aus der wir Fol=gendes entnehmen:

*) American Journal of Science. Jan. 1838.

Vor 10 Jahren legten die Dampfboote, die den Hudson befuhren, und welche unstreitbar die besten der damaligen Zeitperiode waren, den Weg von Albany nach New-York, je nachdem die Umstände günstig waren, in 18 bis 30 Stunden zurück, und 5 Jahre später wurden schon 1 bis 4 Schiffe, von denen jedes über 200 Tonnen Ladung hatte, denselben Weg innerhalb derselben Zeit von einem einzigen Dampfboote bugsirt!

Die Kraft und die Geschwindigkeit der Dampfboote auf dem Hudson sowohl, als auf dem Mississippi und anderwärts, hat bis auf den heutigen Tag noch jährlich zugenommen. Im Jahre 1827 wurde der Weg von New-York nach Albany, eine Strecke, deren Länge man zu 150 Meilen (120 Seemeilen) angibt, unter günstigen Umständen in 12 Stunden zurück gelegt; im Jahre 1829 brauchte man nur 10 Stunden 30 Minuten; und im Jahre 1831 10 Stunden 15 Minuten, wobei die Zeit, die das Anhalten an verschiedenen Orten erforderte, mit eingerechnet ist. Der riesenhafte Aufschwung, den Wissenschaften und Künste in neuerer Zeit nahmen, hatte jedoch hiermit seinen höchsten Punkt noch nicht erreicht, denn im Jahre 1832 wurde derselbe Weg, mit Einschluß der zu dem mehrmaligen Landen nöthigen Zeit, in 9 Stunden 18 Minuten zurückgelegt! Ja es ist sogar wahrscheinlich, daß man diese Strecke mit den Mitteln, die wir bereits besitzen, oder die eben jetzt in Aus-

führung begriffen sind, in weniger denn 9 Stunden wird zurücklegen können, ungeachtet der Schwierigkeiten, mit denen die Schiffahrt, theils wegen der Seichtigkeit des Wassers, theils wegen anderer Gründe, in der Nähe von Albany verknüpft ist. Bemerkt muß hierbei werden, daß die angegebene Länge der Strecke durchaus nicht zu hoch angegeben ist, wie dieß bei den Wasserstraßen im Inneren gewöhnlich der Fall ist; auch kann der Beistand, den die Fluth beim Stromaufwärtsfahren leistet, für die ganze Strecke im Durchschnitte nicht höher, als zu einer Meile per Stunde angeschlagen werden; während stromabwärts wenig, oder gar nichts auf diesem Wege gewonnen werden kann, indem Ebbe und Fluth alle 3 Stunden, oder selbst innerhalb kürzerer Zeiträume wechseln. Auf der ganzen Fahrt wird gewöhnlich 12mal gelandet, und an 6 Plätzen werden die Dampfboote sogar gekehrt und an den Werften festgemacht.

Wer die Schwierigkeiten kennt, mit denen das Beschiffen eines Mediums, dessen Widerstand in einem größern Verhältnisse, als in dem Quadrate der Geschwindigkeiten zunimmt, mit Hülfe einer künstlichen Kraft, deren Reaction aus diesem Medium selbst gewonnen wird, verbunden ist, der wird die oben angegebenen Geschwindigkeiten gewiß als außerordentliche Leistungen betrachten. Diese Ansicht wird auch nicht durch die Gerüchte, die sich allenfalls über die Erreichung einer größe-

ren Geschwindigkeit in mehr offenen Gewässern mittelst Dampfbooten von geringerer Kraft verbreiten möchten, geschwächt werden; denn gar oft liegt der Grund hiervon darin, daß die wirkliche Länge der Wasserstraße zu groß angegeben wird, oder daß die Stärke und Geschwindigkeit der Fluth hie und da größere Vortheile gewährt. Uebrigens geschieht es außerdem zuweilen, daß sich in die öffentlich bekannt gemachten Leistungen irgend eines besonders beliebten Dampfbootes aus Versehen des Berichterstatters; oder aus irgend einem andern Grunde, ein Fehler oder Irrthum von einer Stunde einschleicht.

Außer den 12 Dampfbooten, welche auf dem Hudson nach verschiedenen Transport- oder Verkehrs-Linien und zu kurzen Fahrten verwendet werden, haben wir noch 10 andere Dampfboote erster Classe, welche täglich zum Transporte der Reisenden zwischen New-York und Albany hin- und herfahren, nämlich: den Nordamerika, den Albany, die Novelty, den Erie, den Champlain, den Ohio, den New-Philadelphia, den De-Wit-Clinton, die Constitution und die Constellation. Von diesen fahren die ersten fünf täglich Morgens 7 Uhr ab, um die Fahrt nach Albany in $9^1/_4$ bis 13 Stunden zurückzulegen; die letzteren fünf fahren gewöhnlich um 5 Uhr Abends ab und brauchen eben so lange zu ihrer Fahrt. Auf ersteren können sich die Reisenden der angenehmsten Fahrt in freier Luft, des

erhebenden Anblicks der Naturschönheiten am Hudson, und auch der gewohnten Ruhe bei Nacht erfreuen; und mit Hülfe der letzteren können thätige und betriebsame Leute ihre täglichen Geschäfte an dem einen, oder anderen der blühendsten Orte verrichten, und bei Nacht wieder mit voller Ruhe auf guten Matratzen und reinem Weißzeuge heimkehren. Der Preis der Fahrt ist gewöhnlich auf 3 Dollars festgesetzt.

Die meisten dieser Dampfboote haben seit ihrer ersten Erbauung in Hinsicht auf Größe, Form und allgemeine Ausstattung wesentliche Veränderungen erlitten, und zwar hauptsächlich deßhalb, damit sie mit Erfolg in Concurrenz treten können. Es ist wohl nicht nöthig, eine geschichtliche Darstellung der stufenweisen Verbesserungen, welche die Dampfboote durchliefen, zu geben, um zu zeigen, auf welchem Grade von Vollkommenheit sie sich dermalen befinden; es mag genügen, wenn hier Einiges über eines derselben mitgetheilt wird.

§. 123.

Der De-Wit-Clinton hat gegenwärtig, nachdem er 2mal vergrößert worden, folgende Dimensionen. Die ganze Länge auf dem Verdecke beträgt 232 Fuß; die Breite des Bauches in der Höhe der Wasserlinie beträgt 28 Fuß; der Vorsprung des Verdeckes oder die Räderschützer an jeder Seite messen 18 Fuß; die größte Breite des

Verdeckes mit Einschluß der Räderschützer mißt 64 Fuß; die Tiefe des Kielraumes beträgt 10 Fuß; die Höhe des obern Verdeckes 11 Fuß; die Länge der großen Cajüte 175 Fuß. Er geht nicht über 4 Fuß 6 Zoll tief im Wasser; der Durchmesser seiner Wasserräder beträgt 22 Fuß; die Tiefe der Schaufeln mißt 37 Zoll; der Durchmesser der eisernen Wellen der Wasserräder 14 Zoll; die Länge des Winkelhebels beträgt 5 Fuß; die Länge des Kolbenhubes 10 Fuß, der Durchmesser des Kolbens ist 66 Zoll, so daß dessen Oberfläche 3421 Quadratzollen gleichkommt. Der arbeitende Cylinder, welcher sich in einer senkrechten Stellung befindet, hat im Ganzen eine Länge von 11 Fuß 10 Zoll; seine Seitenöffnungen, durch welche der Dampf ein- und austritt, messen 42 auf $10^{3}/_{4}$ Zoll. Die Maschine wird von vier kreisförmigen Eintrittsklappen, von denen jede 17 Zoll im Durchmesser hat, und von denen sich an jedem Ende des Cylinders zwei befinden und von vier Eintrittsklappen von demselben Durchmesser in Bewegung gesetzt. Der Durchmesser der Hauptdampfröhren und jener der Seitenröhren beträgt 25 Zoll.

Der ganze Rauminhalt des Cylinders mit Ausschluß des Raumes, welchen der Kolben einnimmt, und mit Einschluß einer der Seitenöffnungen, welche sich bis zu den Klappen erstreckt, beläuft sich beinahe auf 252 Cubikfuß, was beiläufig so viel als 1890 Weingallons oder 63 Fässer, je-

des zu 30 Gallons, ist. Wenn die Maschine also 26 Umdrehungen oder doppelte Hube per Minute zurücklegt *), so werden während der Zeit, während welcher die Maschine in voller Thätigkeit ist, in jeder Minute 13,104 Cubikfuß oder 3276 Fässer, in jeder Stunde hingegen 786,240 Cubikfuß oder 196,560 Fässer Dampf ausgepumpt werden. Der Dampf kann aber nur während eines Theiles eines jeden Hubes frei aus dem Kessel her eintreten, indem die Drosselklappe geschlossen wird, so daß sich der Dampf, der früher in den Cylinder eingetreten, während des übrigen Theiles des Hubes in demselben ausdehnen kann. Wenn der in den Kesseln unterhaltene Druck des Dampfes einem Drucke von 20 Pfunden per Quadratzoll über den Druck der Atmosphäre entspricht (und man unterhält auf diesem Dampfboote oft einen höheren Druck), so kann der wirkliche mittlere Druck auf den Kolben sicher auf 10 Pfund per jeden Quadratzoll seiner Oberfläche angeschlagen werden. Dazu muß aber noch der Nettodruck der Atmosphäre, den man durch die Anwendung des Verdichters und der Luftpumpe erhält, gerechnet werden, — ein Druck, der volle 10 Pfund auf den Zoll ausmacht, indem

---

*) Die Maschinen einiger Dampfboote der Hudsons bewegen sich oft mit einer Geschwindigkeit von 28 doppelten Kolbenhuben per Minute, so daß die Geschwindigkeit des Kolbens 560 Fuß per Minute beträgt.

das Vacuum in dem Verdichter, den Angaben des Barometers gemäß, meistens von $12^1/_2$ bis $13^1/_2$ Pfund auf den Zoll beträgt. Diese Schätzung giebt einen mittleren Druck von 20 Pfunden auf jeden Quadratzoll des Kolbens; nimmt man aber, um durchaus nicht zu übertreiben, diesen Druck nur zu 16 Pfund auf den Quadratzoll an, so legen 3421 Zoll des Kolbens in jeder Minute 52 einfache Hube von 10 Fuß zurück. Schätzt man nun die volle Kraft eines Pferdes auf 150 Pfund, welche in einer Stunde $2^1/_2$ Meile weit bewegt werden, oder auf 33,000 Pfund, welche in einer Minute einen Fuß hoch gehoben werden, so ergiebt sich folgende Formel:

$$\frac{3421 \times 16 \times 52 \times 10}{33{,}000} = \frac{28{,}462{,}720}{33{,}000} = 862,$$

nach welcher also eine Kraft von 862 Pferden auf die Maschine ausgeübt würde. Von diesem Resultate muß aber nothwendig die Kraft abgezogen werden, welche nöthig ist, um die Maschine zu bewegen, oder um die Reibung und den Widerstand ihrer Theile zu überwinden, welche Reibung jedoch an solchen großen, auf einen so ausgedehnten Winkelhebel wirkenden Maschinen verhältnißmäßig kleiner ist, als an den kleinern Maschinen. Angenommen übrigens, daß diese Reibung dem dritten Theile der Kraft gleich ist, so daß also die wirkliche Triebkraft der Maschine hiernach auf

576 Pferdekräfte angeschlagen werden kann. Ein Mechaniker, unter dessen Leitung einige der Maschinen für dieses Dampfboot erbaut worden, schätzt den Nettodruck, nach Abzug aller Reibung ꝛc. auf 12 Pfund auf jeden Quadratzoll des Kolbens. Dieses möchte der Wahrheit näher kommen, so daß die Triebkraft dieser Maschine hiernach 646 Pferdekräften gleich wäre. Diese Resultate mögen zwar auf den ersten Blick Staunen und Zweifel hervorrufen, und doch scheinen dieselben bisher weder die Aufmerksamkeit der Gelehrten, noch jene der praktischen Mechaniker erregt zu haben.

§. 124.

Es sollen nun noch im Allgemeinen die vorzüglichsten Dimensionen der übrigen der genannten Dampfboote angegeben werden, welche, wenn sie auch nicht in jeder Hinsicht genau seyn sollten, doch hinreichen dürften, um einen allgemeinen Ueberblick derselben zu geben.

Der Champlain, ein neues Dampfboot, ist 180 Fuß lang und an der Wasserlinie 28 Fuß breit; er hat zwei Maschinen, von denen jede mit einem 42zölligen Cylinder und einem 10 Fuß langen Hube arbeitet. Die Räder haben 22 Fuß und machen 26 bis 28 Umdrehungen in einer Minute. Der Erie, welcher gleichfalls neu erbaut ist, hat dieselbe Größe, allein eine etwas größere Kraft, indem dessen Cylinder 44 Fuß im Durchmesser ha-

ben. Beide Boote fahren zwischen Neu-York und der schönen und blühenden Stadt Troy, welche 6 Meilen oberhalb Albany liegt.

Der North-Amerika ist 218 Fuß lang, mit Einschluß eines Wasserbrechers, dergleichen auch an den meisten anderen Dampfbooten angebracht wurden; seine Breite beträgt 30 Fuß. Er arbeitet gleichfalls mit zwei Maschinen, deren Cylinder 44 Zoll im Durchmesser haben, und deren Hub 8 Fuß beträgt.

Der Albany hat eine Länge von 207 Fuß und eine Breite von 26 Fuß; er arbeitet mit einer einzigen Maschine, welche einen Cylinder von 65 Zoll hat und Kolbenhube von 9 Fuß macht.

Der Ohio mißt 192 Fuß in der Länge und 30 Fuß in der Breite; er hat nur eine einzige Maschine mit einem Cylinder von 60 Zoll im Durchmesser und einem Kolbenhube von 9 Zollen.

Der New-Philadelphia ist 170 Fuß lang und 24 Fuß breit; er trägt eine Maschine mit einem Cylinder von 55 Zollen im Durchmesser und einem Kolbenhube von 10 Fuß.

Die Constitution ist nach europäischem Muster nur 145 Fuß lang und 27 Fuß breit; ihre einzige Maschine hat einen Cylinder von 42 Zollen im Durchmesser und macht Kolbenhube von 9 Fuß.

Die Constellation mißt 149 Fuß in der Länge und 27 Fuß in der Breite; ihre einzige Maschine hat einen Cylinder von 44 Zollen im Durchmesser, und macht Kolbenhube von 10 Zollen.

Der Novelty hat 220 Fuß Länge und 25 Fuß Breite; er ist mit zwei Maschinen ausgestattet, von denen jede einen Cylinder von 30 Zoll im Durchmesser hat, und Kolbenhube von 6 Fuß macht. Die Maschine arbeitet horizontal und mit Dampf von höherer Elasticität; sie hat weder Verdichter noch Luftpumpe.

Die meisten dieser Boote haben ihre Ruderräder unter den Räderschützern und ganz außerhalb dem Körper der Boote. Der Erie und der Champlain haben 4 Kessel und eben so viele Rauchfangröhren. Der Novelty hat 4 Reihen von Kesseln, und in jeder Reihe befinden sich 3 Kessel von 40 Zollen im Durchmesser; auch er ist mit 4 Rauchfängen ausgestattet.

Was die persönliche Sicherheit auf den Dampfbooten betrifft, so herrscht hierüber in Nordamerika nur noch sehr wenig Abneigung oder vorgefaßte Meinung. In früheren Zeiten bediente man sich auf dem Hudson zweier sogenannten Sicherheitsbarken, die für den Gebrauch solcher Reisenden bestimmt waren, welche Angst und Furcht vor den Dampfbooten hatten. Diese Barken, die an dem Hintertheile eines Dampfbootes angehängt wurden und in den Sommermonaten vom Jahr 1825 bis

zum J. 1829 fuhren, schifften mit einer Geschwindigkeit von 8 bis 9 Meilen in der Stunde. Die große Zunahme in der Geschwindigkeit und Größe der Dampfboote brachte es jedoch dahin, daß diese Sicherheitsbarken nun ihre Fahrten eingestellt haben: zum Bedauern derjenigen, die eine ruhige langsame Fahrt vorziehen, und deren Aengstlichkeit und Nervenreizbarkeit zu groß ist, als daß sie mit Ruhe auf einem Dampfboote zu reisen vermöchten.

§. 125.

Es giebt verschiedene Arten, wie die Dampfmaschine angewendet werden kann, um ein Schiff im Wasser fortzubewegen. Allgemein gebräuchlich ist gegenwärtig diejenige, Schaufelräder an den Seiten des Schiffes mittelst der Dampfmaschine in Umdrehung zu setzen. Die Maschine steht in der Mitte des Schiffes zwischen den Rädern, und der Hub und Schub des Kolbens treibt eine Kurbel, durch welche die Räder umgedreht werden, und das Schiff wird durch die Wirkung der Schaufeln auf das Wasser fortgetrieben.

Die Maschine setzt den Krummzapfen durch einen Maschinenbaum auf die bereits beschriebene Weise in Bewegung. Bei den früheren Dampfbooten bediente man sich eines Schwungrades, durch dessen Moment die Schaufelräder gedreht wurden, sobald sich der Krummzapfen in derjenigen Stellung befand, in welcher die Maschine keine

Gewalt über denselben hatte; aber die späteren Dampfboote sind immer mit zwei Cylindern versehen, deren Kolben durch den Dampf eines einzigen Kessels getrieben werden; auch befinden sich zwei Krummzapfen an der Welle der Schaufelräder, rechtwinklig zu einander gestellt, so daß, wenn die Maschine ihre Gewalt über den einen Krummzapfen verliert, sie ihre volle Kraft auf den andern äußert, und man auf diese Weise das Schwungrad entbehren kann.

Die Schaufelräder haben gewöhnlich dieselbe Einrichtung, wie die unterschlächtigen Wasserräder, indem die Schaufeln sich sämmtlich wie Radien zum Mittelpunkte verhalten (siehe Fig. 108). Diese Einrichtung scheint die beste zu seyn, sobald die Schaufeln fixirt sind. Die Leistung eines solchen Rades ist abhängig von der Menge der Schaufeln, von der Geschwindigkeit, mit welcher das Rad sich umdreht, und von der Tiefe des Eingriffes der Schaufeln ins Wasser. Versuche, aus welchen diese Umstände auf eine genügende Weise bestimmt werden können, sind, meines Erachtens, noch nicht angestellt. Es ist indessen leicht einzusehen, daß das Rad nur soweit in das Wasser eingreifen dürfe, bis die unterste Schaufel A vom Wasser ganz bedeckt ist; denn wird ein größerer Theil des Rades vom Wasser bedeckt, so wird ein Theil der Kraft auf das Heben und auf das Niederdrücken des Wassers verwendet.

Es ist ein bewiesener Satz, daß die Wirkung einer ebenen Oberfläche, welche sich in einer Flüssigkeit bewegt, immer senkrecht zur Oberfläche erfolgt, in welcher Richtung übrigens erstere bewegt werden möge. Angenommen nun, das Rad sey bis zur Wasserhöhe 'LL untergetaucht, so äußert sich die Kraft der Schaufel B auf das Wasser in der Richtung a b, perpendiculär zur Schaufel. Diese Kraft ist einem allgemein bekannten mechanischen Grundsatze zufolge, gleich der zusammengesetzten Wirkung zweier Kräfte in den Richtungen der Seiten eines Parallelogrammes, von denen die eine a c vertikal, und die andere a d horizontal wirkt. Das horizontale Element a d wirkt auf Fortbewegung, aber die vertikale Kraft a c wirkt hebend auf das Wasser und geht deßhalb verloren. Auf gleiche Weise läßt sich die Kraft der Schaufel C in zwei Kräfte zerlegen, nemlich in die vertikale e g und in die horizontale e h, von denen blos letztere zur Fortbewegung dient. Mit den Kräften der entsprechenden Schaufelräder 'B, 'C an der andern Seite der untersten Schaufel, verhält es sich eben so, nur daß sie, statt einer aufsteigenden, eine niedersteigende Bewegung haben, denn die Elemente 'a'c, und 'e'g der vertikal wirkenden Kräfte sind niederwärts gerichtet und drücken das Wasser nieder. Diese vertikalen Elemente der Kräfte zu beiden Seiten der untersten Schaufel tragen deßhalb nicht das Geringste dazu bei, das Schiff fort-

zu bewegen, und es ist deßhalb soviel Kraft ohne einen Nutzeffekt verwendet worden.

Angenommen, das Rad sey bis über seine Axe bis zum Wasserstande b b untergetaucht, was bei stürmischer See zuweilen geschehen mag, so ist die Wirkung der horizontalen Schaufeln 'D, D gänzlich verloren, indem die ganze Kraft derselben aufs Heben oder Niederdrücken verwendet wird; und zerlegt man die Wirkungen der nächstfolgenden Schaufeln 'E, E, wie wir es bei den anderen gethan haben, in die vertikalen und horizontalen Elemente, so werden die horizontalen Elemente eine hemmende Wirkung äußern, wie durch die Richtung der Pfeile angezeigt wurde.

Betrachtet man die Lage der Pfeile, welche die Richtungen der horizontalen Elemente der Kräfte anzeigen, so ergiebt sich daraus eben so gut; als aus der Länge der Seiten der Parallelogramme, welche die Größen dieser Elemente anzeigen, daß, je tiefer ein solches Rad unter dem Wasserspiegel sich befindet, desto mehr Kraft im Verhältnisse zur aufgewendeten Kraft verloren geht. Ein solches Rad darf deßhalb nur um den Betrag der untersten Schaufel unter dem Wasserspiegel stehen.

Es sind verschiedene Vorrichtungen angegeben worden, um den beim Heben und Niederdrücken des Wassers nöthigen Kraftaufwand zu vermeiden und auch die bereits erwähnte Rückwirkung zu beseitigen, man hat mit andern Worten den Versuch ge-

macht, es dahin zu bringen, daß die Schaufeln, indem sie aus dem Wasser steigen, sich selbst heben.

So wurde z. B. ein Mechanismus angegeben, durch welchen jede Schaufel sich in gleicher Zeit mit dem Rade um ihre Axe, und zwar in entgegengesetzter Richtung drehte, wodurch die Schaufeln immer in einer vertikalen Stellung erhalten wurden, wie in Fig. 109 angedeutet worden ist, und nur im Wasser platt lagen. Bei einem solchen Rade wird die Rückwirkung der Schaufeln über der Welle gerade um so viel vermehrt, als die Fortbewegungskraft der unterhalb der Welle befindlichen Schaufeln. Außerdem lassen sich noch andere praktische Ausstellungen machen. Bei einer unruhigen See bietet ein solches Rad den Wogen eine Oberfläche dar, daß ersteres leicht zerbrochen werden und in Unordnung gerathen kann.

Man hat verschiedene Mittel angegeben, die Schaufeln beweglich zu machen, aber alle unterliegen mehr, oder weniger dem Tadel, daß der Mechanismus zu complicirt ist und zu leicht in Unordnung geräth. Dieses läßt sich indessen bei Herstellung beweglicher Schaufeln kaum vermeiden, auch ist nicht abzusehen, wie aus dieser Verbesserung großer Nutzen für die Dampfschiffahrt erwachsen soll, wenn man nicht Mittel ausfindig machen kann, durch welche eine größere Ersparniß an Brennmaterial bewerkstelligt werden kann.

§. 126.

Man darf annehmen, daß der Widerstand, welchen das Schiff in stillem Wasser erleidet, dem Quadrate der Geschwindigkeit nahe proportional ist. Wird also die zu einer Geschwindigkeit = u erforderliche Kraft a genannt, so ist sie für eine andere = v leicht zu finden, nämlich $a \frac{v^2}{u^2}$. Hiernach steigt indeß die, zur Bewegung des Schiffes erforderliche, in Pferdekräften ausgedrückte Wirksamkeit der Maschine sehr, und würde, wenn sie für eine Geschwindigkeit von 7 englischen Meilen in einer Stunde 12 Pferdekräfte bedürfte, für 10 Meilen schon 35 erfordern. Es verdient dieses vorzüglich berücksichtigt zu werden bei stromaufwärts gehenden Fahrten und Seereisen, indem bei jenen die Geschwindigkeit des fließenden Wassers zugleich mit überwunden werden muß, bei diesen aber der starke Kohlenverbrauch nicht leicht wieder ersetzt werden kann, welcher bei Dampfmaschinen auf Schiffen ohnehin ungleich größer ist, als bei feststehenden auf dem Lande, theils wegen des unvollkommenen Baues des Schornsteines und des hiervon abhängenden geringeren Luftzuges, theils wegen des kleineren Raumes und der minderen Verwahrung gegen Wärmeleitung beim Siedekessel.

Ist ferner die Geschwindigkeit der Schaufeln = V; die des Schiffes = v, so ist die Geschwindigkeit, womit die Schaufeln das Wasser treffen

$= V - v$; der Widerstand also $= (V - v)^2$. Weil aber das gestoßene Wasser mit einer Geschwindigkeit $= (V - v)$ nachgiebt, so erhält man für die effective Gewalt die Proportion

$$V - v : v = (V - v)^2 : v\,(V - v).$$

Der Effect dieser Gewalt ist ein Größtes, wenn $2\,V = 3\,v$, oder wenn die Geschwindigkeit des Centrums des Widerstandes der Schaufeln $^3/_2$mal die Geschwindigkeit des Bootes erreicht. Tredgold *) findet ferner durch Berechnung, daß der Halbmesser eines Rades mit acht Schaufeln $= 5{,}12$ F. seyn muß; für mehr Schaufeln ist ein größerer Halbmesser erforderlich, damit sie einander nicht zu nahe kommen; größere Räder aber haben wegen ihrer Schwere, wegen der Gewalt, welche Wind und Wellen dagegen ausüben, und aus andern Gründen manches wider sich.

Bewegt sich das Schiff in fließendem Wasser, und heißt der Widerstand $= a$ bei einer Geschwindigkeit $= u$; ist ferner die Geschwindigkeit des Schiffes $= v$, des Stromes $= c$, so erhält man für die Fahrt stromabwärts $u^2 : (v-c)^2 = a : \frac{a\,(v-c)^2}{u^2}$; stromaufwärts aber $u^2 : (v+c)^2 = a : \frac{a\,(v+c)^2}{u^2}$.

Die erforderliche Kraft ist also allgemein $a\frac{(v \mp c)^2}{u^2}$.

---

*) Edinb. Phil. Journ. XIII. 250.

Im ersteren Falle ist ferner die Geschwindigkeit, womit die Schaufeln gegen das Wasser stoßen $= V + c - v$ im letzteren $V - c - v$, und die Kraft des Widerstandes ist daher allgemein $= (V \pm c - v)^2$. Es ist aber

$$V \pm c - v : v = (V \pm c - v)^2 : v(V \pm c - v).$$

Der Effect in einer gegebenen Zeit ist aber ein Maximum, wenn $V = \frac{3v}{2} \mp c$ oder wenn $V = 1{,}5\,v \mp c$ ist, wonach $v = \frac{2(V + c)}{3}$ wird.

Setzt man hierin $c = 0$, so erhält man die oben gefundene Formel. Heißt endlich P die Kraft der Dampfmaschine, so ist $P = \frac{a\,v\,(v \mp c)^2}{u^2}$; und wenn das Verhältniß der Geschwindigkeit des Stromes zu der des Schiffes $= 1 : n$ ist, woraus $c = n\,v$ wird, so ist $P = \frac{a\,v^3\,(1 \mp n)^2}{u^2}$, und $v = \left(\frac{P\,u^2}{a\,(1 \mp n)^2}\right)^{1/3}$. Tredgold berechnet hiernach folgende zusammengehörige Geschwindigkeiten:

Mit dem Strome.

Geschw. d. Wassers, Meilen in 1 Stunde.	Geschw. d. Bootes, Meilen in 1 Stunde.
4	8
2,2	6,6
1,53	6,12
0,00	5,00

Gegen den Strom.	
Geschw. d. Wassers, Meilen in 1 Stunde.	Geschw. d. Bootes, Meilen in 1 Stunde.
1,08	4,34
1,38	4,16
1,92	3,85
2,38	3,58
3,17	3,17

Die Kosten eines Dampfschiffes von 100 Tonnen, welches 4,5 Fuß tief im Wasser geht, werden auf 6000 Pfd. Sterl. angegeben. Eine Hauptsache ist zugleich der starke Kohlenverbrauch bei denjenigen Dampfmaschinen, welche die Schiffe treiben, indem eine gewöhnliche Maschine von 33 Pferdekräften ungefähr nur $^2/_3$ desjenigen erfordert, was für eine solche von 14 Pferdekräften verwandt werden muß. Mit größerem Vortheile werden auch hierbei die Maschinen von hohem Druck angewendet.

§. 127.

Die gewöhnliche Methode, die Kraft einer Maschine nach Pferdekräften anzugeben, stammt von Savery her und hat den ganz natürlichen Entstehungsgrund, daß die Arbeit, welche durch Dampfmaschinen verrichtet werden sollte, vorher durch Roßmühlen geleistet worden war. Man pflegte deßhalb zu sagen, daß diese oder jene Dampfmaschine einer Mühle gleichkomme, welche durch 10 oder 20, oder irgend eine gegebene Zahl

von Pferden in Bewegung gesetzt wird. Mit diesem Maaßstabe waren diejenigen vollkommen bekannt, welche Dampfmaschinen benutzten, und keine Art, die Kraft der Maschine auszudrücken, würde ihnen so zusagend und zugleich im Ganzen so völlig entsprechend gewesen seyn.

Eine Pferdekraft ist indessen bis zu einem gewissen Grad ein unbestimmter Maaßstab, weil die Pferde an Kraft verschieden sind und das eine z. B. doppelt so viel Arbeit, als das andere zu leisten vermag. Während es deßhalb sehr unzweckmäßig gewesen seyn würde, diesen allgemein angenommenen und ganz gut verstandenen Maaßstab aufzugeben, machte es sich auf der andern Seite nöthig, als die Verfertigung der Dampfmaschinen zunahm, dem Normalmaaß eine bestimmtere und genauere Bedeutung zu geben. Für diesen Zweck setzt man eine Pferdekraft so vielen Pfunden Wasser gleich, welche in der Minute 1 Fuß hoch gehoben werden, wobei angenommen wird, daß das Thier täglich 8 Stunden arbeitet. In Betreff der Zahl von Pfunden, welche die Maschinenbaumeister unter diesen Bedingungen einer Pferdekraft gleichgesetzt haben, hat große Verschiedenheit stattgefunden. Smeaton setzt die mittlere Kraft eines Pferdes gleich 22916 Pfunden 1 Fuß hoch in der Minute bei täglich achtstündiger Arbeit gehoben. Desaguliers setzt sie gleich 27500 Pfunden. Die HH. Bolton und Watt stellten Ver-

suche mit den starken Pferden an, wie sie in den Londoner Brauereien gebraucht werden und bestimmten nach dem Resultate derselben die Pferdekraft zu 33000 Pfunden. Watt gieng nämlich dabei von der Annahme aus, daß ein solches Pferd mit einer Geschwindigkeit von $2^1/_2$ englischen Meilen in der Stunde 150 Pfd. bewegen, was ein Moment von 550 Pfd. in einer Secunde oder von 33000 Pfd. engl. in einer Minute auf 1 Fuß gehoben gibt. Dieses ist indessen mehr, als der Durchschnittsbetrag der Pferdekraft, aber bei der Schätzung der Kraft der Dampfmaschinen wirkt dieser Fehler zum Nachtheil des Fabrikanten und zum Nutzen des Käufers, indem auf diese Weise die Kraft der Maschine geringer angegeben wird, als sie wirklich ist.

Wenn man die Kraft einer Maschine nach Pferdekräften abschätzt, so ist dabei nur angenommen, daß sie eben so lange, als Pferde arbeitet, nämlich 8 Stunden täglich, während die Dampfmaschine den Vortheil gewährt, daß sie täglich 24 Stunden arbeitet. Bringt man dieses mit in Anschlag, so müßte die Kraft einer Dampfmaschine dreimal stärker angegeben werden, als man gegenwärtig zu thun pflegt.

In Cornwallis bedient man sich einer andern Art, um die Kraft einer Dampfmaschine zu bezeichnen, und der Ausdruck „Pferdekraft" ist in dieser Beziehung dort gar nicht gebräuchlich. Da

die Maschinen in Cornwallis hauptsächlich zum Fördern der Grubenwässer verwendet werden, so bezeichnet man nämlich ihre Leistungen, gewöhnlich nur durch die Zahl der Pfunde, die sie in einer gegebenen Zeit auf 1 Fuß Höhe heben. Die Art, dieses zu ermitteln, besteht nun darin, daß man das in einem gegebenen Zeitraume gehobene Gewicht mit der in Fußen ausgedrückten Höhe, auf die es gehoben wurde, multiplicirt. Wenn z. B. 1000 Pfund Wasser mit jedem Hube 20 Fuß hoch gehoben werden, so ist dieses soviel, als wenn 20,000 Pfund nur 1 Fuß hoch gehoben würden. Die Kraft der Maschine wird daher durch die Zahl der Pfunde, die sie innerhalb eines gegebenen Zeitraumes 1 Fuß hoch zu heben im Stande ist, und der Verbrauch an Brennmaterial, so wie die daraus folgende Wirkung durch die Zahl der Pfunde bezeichnet, welche sie mittelst eines Buschels Steinkohlen auf 1 Fuß Höhe zu heben vermag. Der vergleichsweise Werth verschiedener Maschinen läßt sich also, wie groß deren Kraft und die Tiefe der Grube auch seyn mag, sehr leicht nach diesem höchst einfachen Verfahren bestimmen. Wenn man z. B. sagt, eine Maschine hebt in jeder Stunde 100 Millionen Pfunde 1 Fuß hoch, so bezeichnet man dadurch ihre Kraft; sagt man aber, sie hebt, während sie eine Buschel Kohle verbraucht, 100 Millionen Pfunde auf die Höhe von 1 Fuß, so bezeichnet dieß die Arbeit,

die mit einem Buschel Kohle geleistet werden kann; und vergleicht man diese Leistung mit dem, was eine andere Maschine bei einem gleichen Verbrauche an Kohlen leistet, so bestimmt man dadurch die vergleichsweise Wirkung der beiden Maschinen.

In derselben Buchhandlung sind erschienen:

Beck, J. S., die Taback-Fabrication der Holländer und Teutschen u. s. w. mit vielen Abbildungen. 8.

Bickes, F. A., die Gürtler-Profession in ihrem ganzen Umfange u. s. w. mit Abbildungen. 8. 1 fl. 30 kr.

— — das Ganze der Kunst des Lakirens, Vergoldens und Staffirmalens u. s. w. 8. 1 fl. 48 kr.

— — die Schmiede-Profession und Anweisung zur Fabrication des Eisens, Cement- und Guß-Stahles u. s. w. mit 4 lithogr. Tafeln in Quart. 8. 2 fl. 42 kr.

— — die Kunst- und Kutschen-Wagnerei u. s. w. mit vielen Abbildungen. 8.

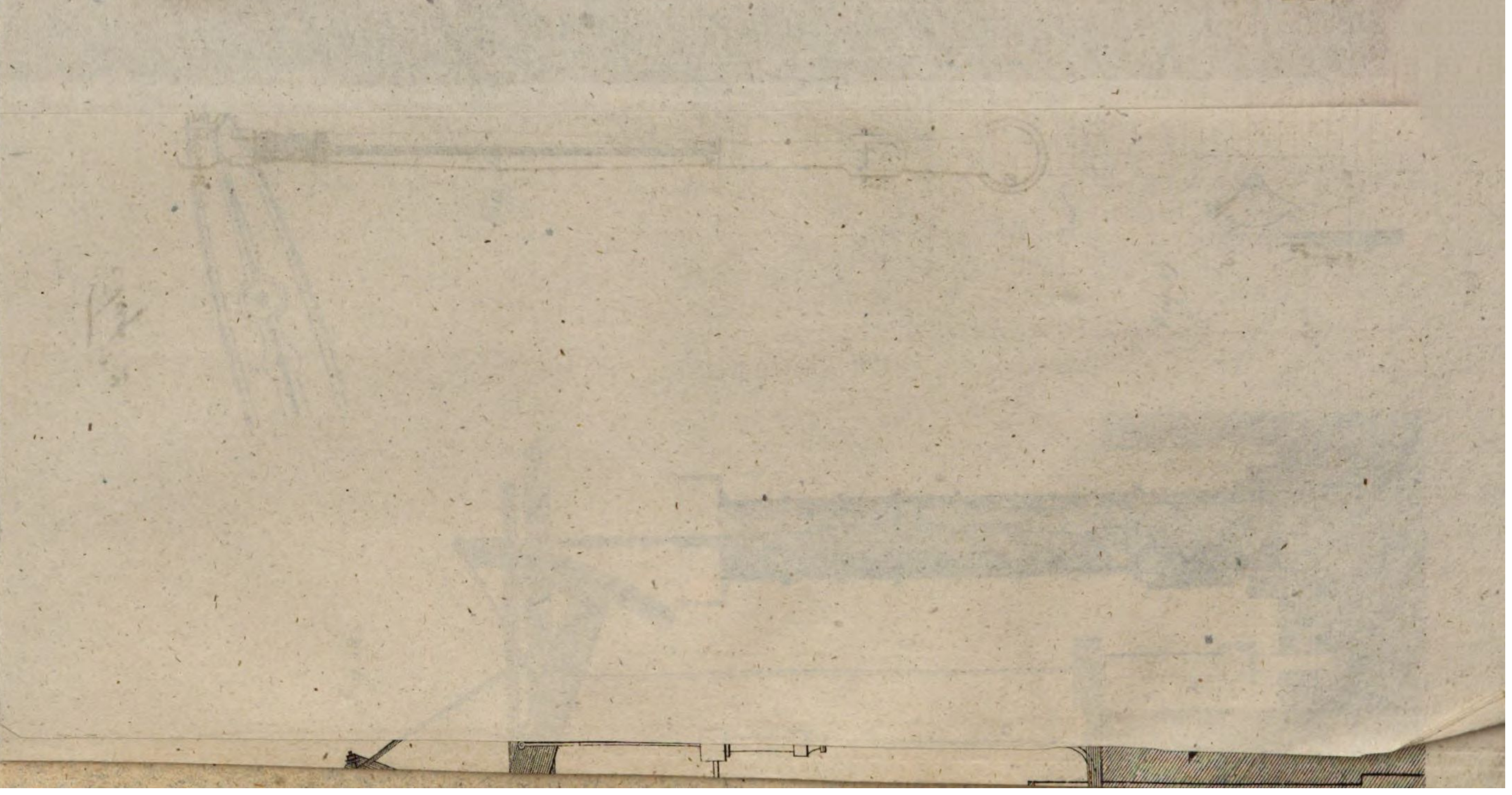
Clauer, A., praktische Anleitung, auf eine neue Manier einfachen, concentrirten und Doppel-Essig, ebenso auch Branntwein, Hefen und Liqueure zu bereiten; mit 6 Steinzeichnungen. 8. 1 fl. 12 kr.

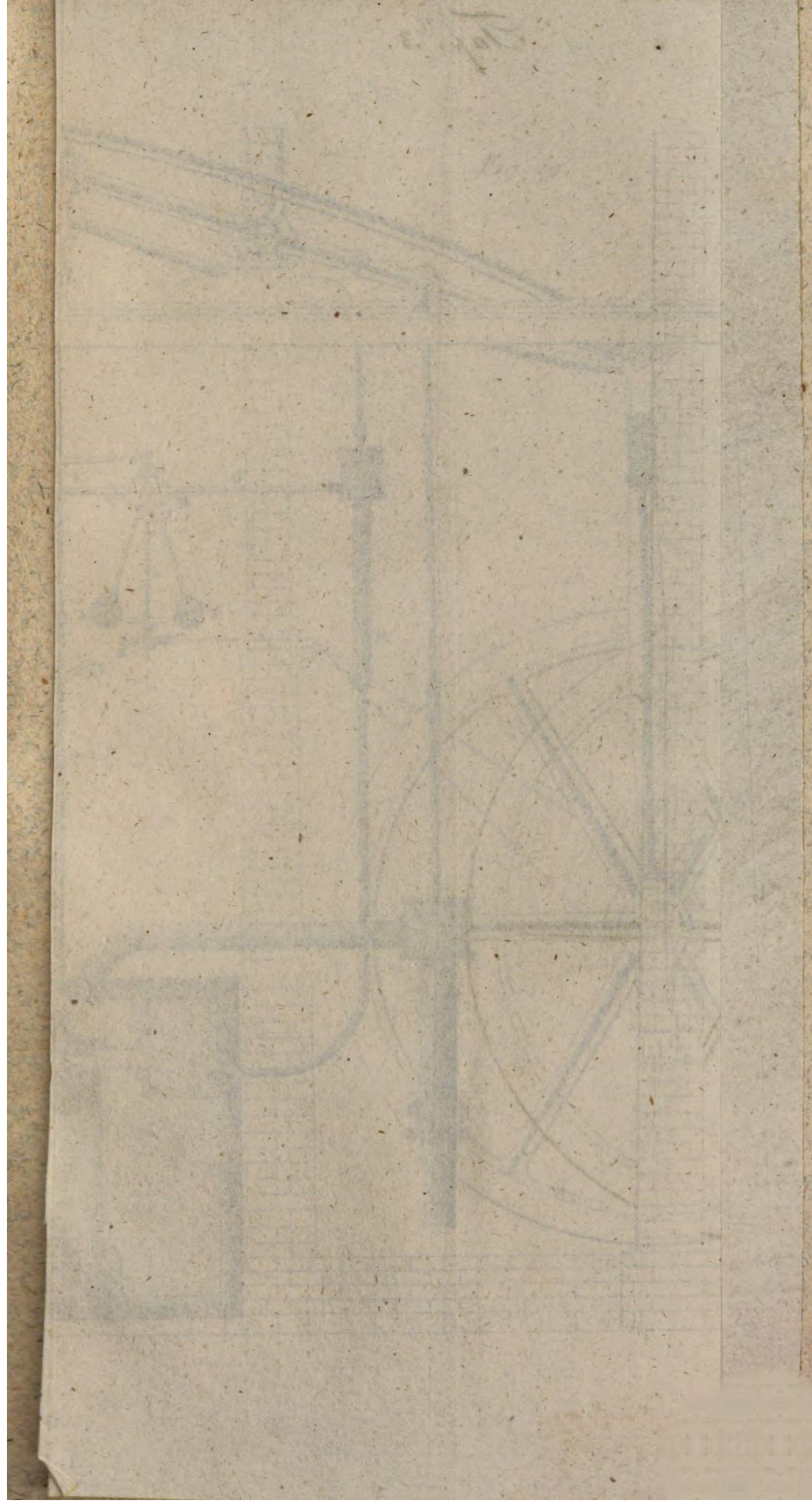
Tuband, J. N., die englische Schrotgießer-Kunst in ihrem ganzen Umfange u. s. w. mit Abbild. 8. 2 fl. 15 kr.

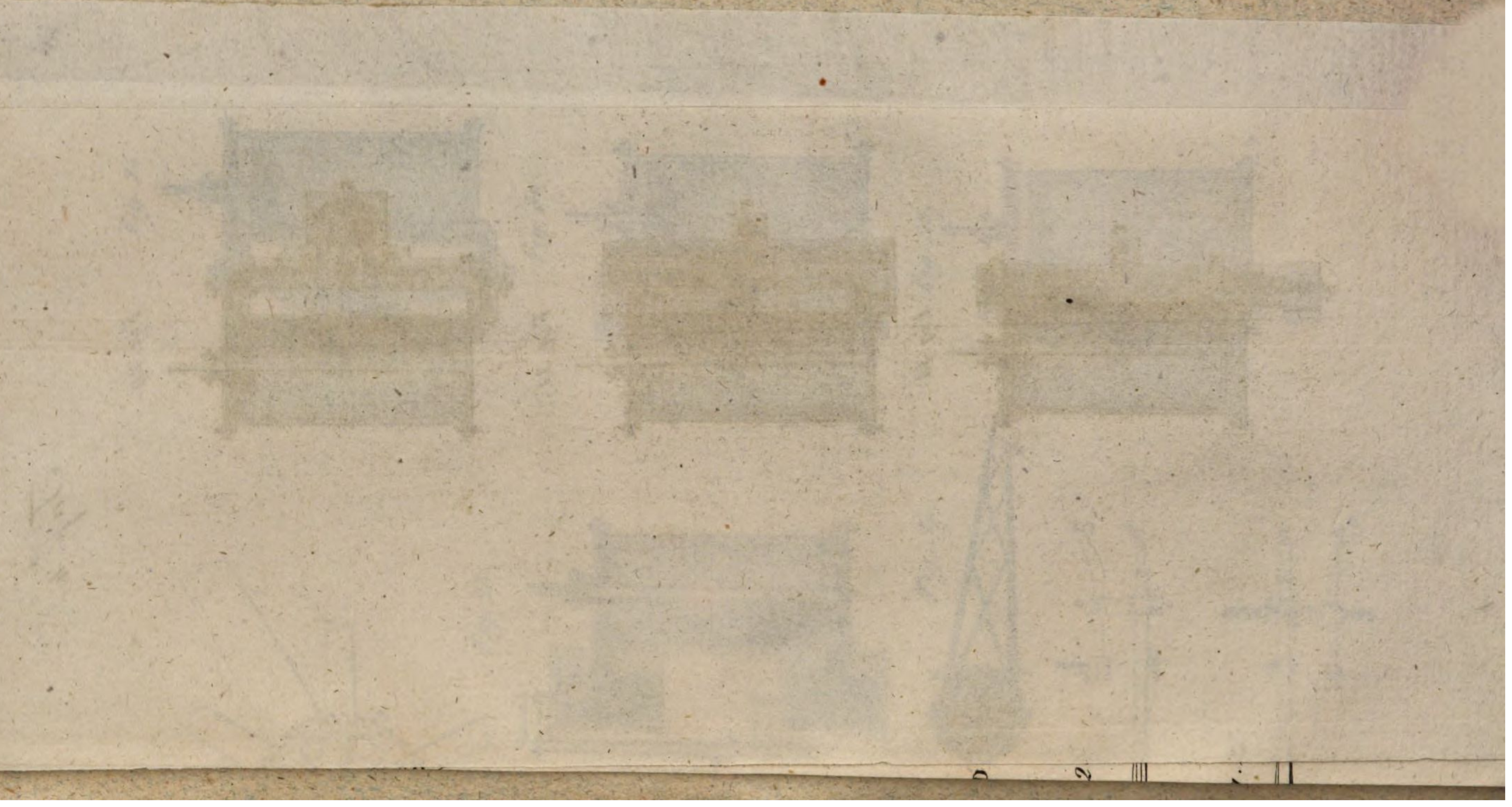
Gedruckt bei Gebrüdern Raach in Gmünd.

c

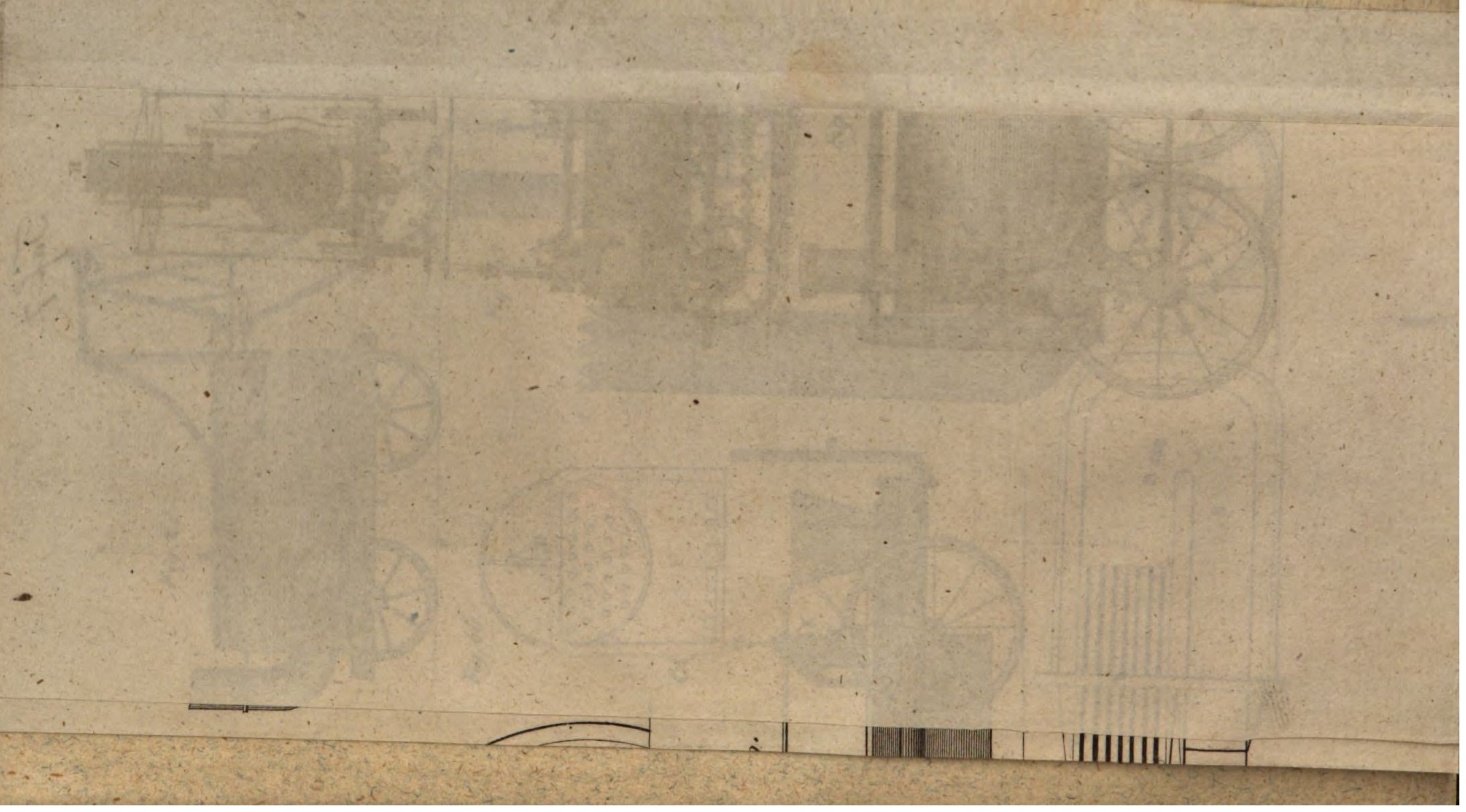
4

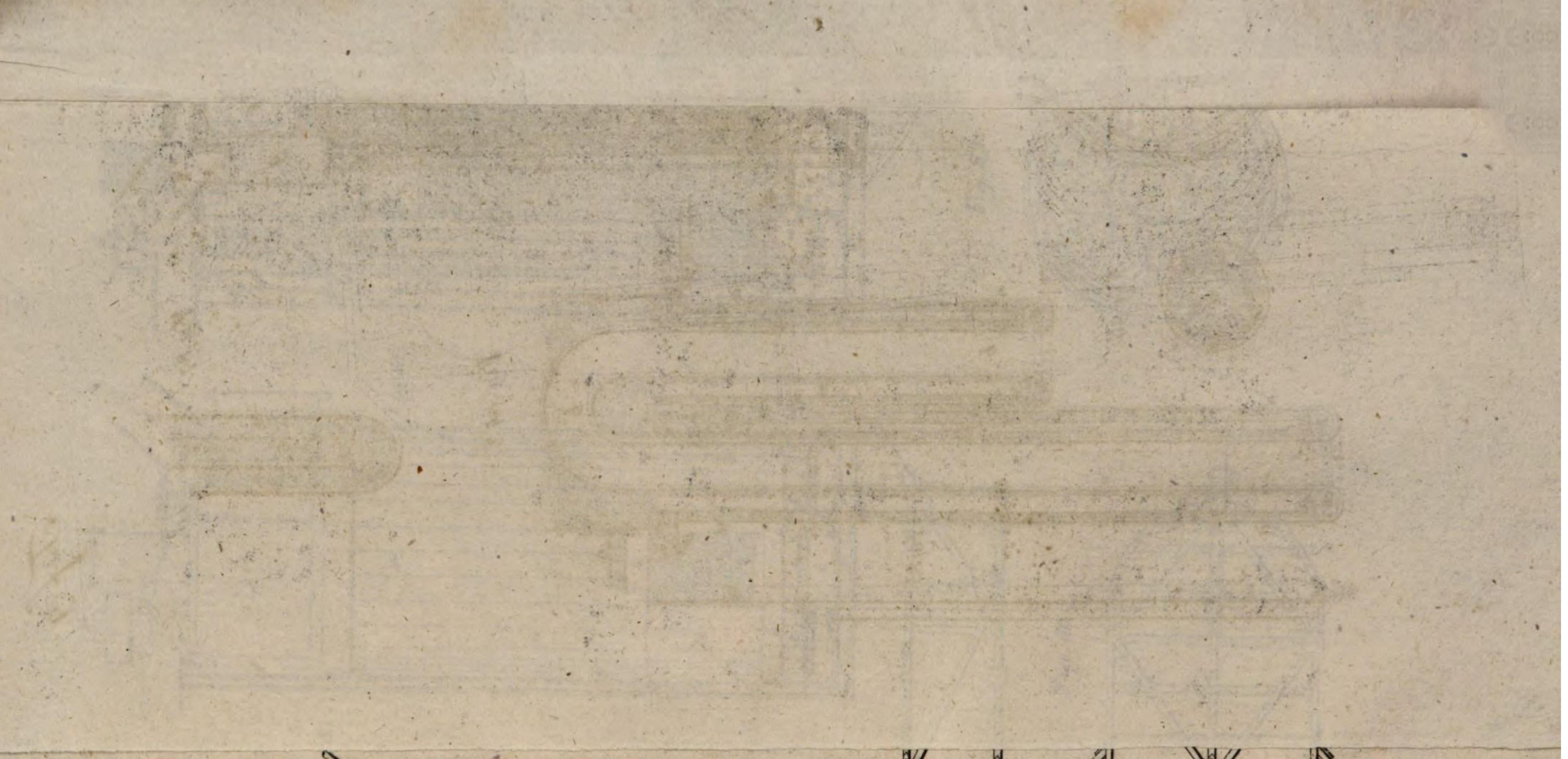


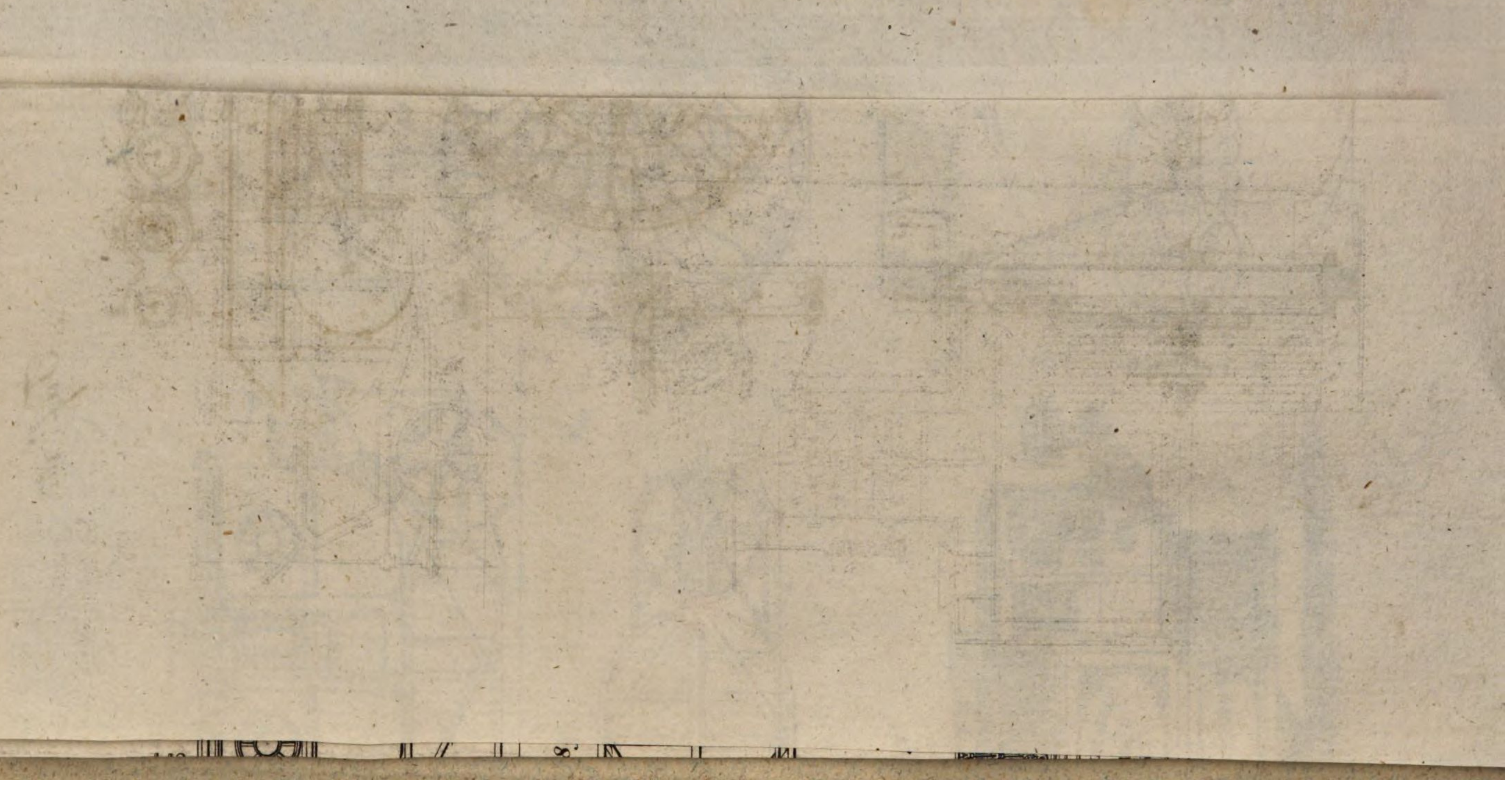


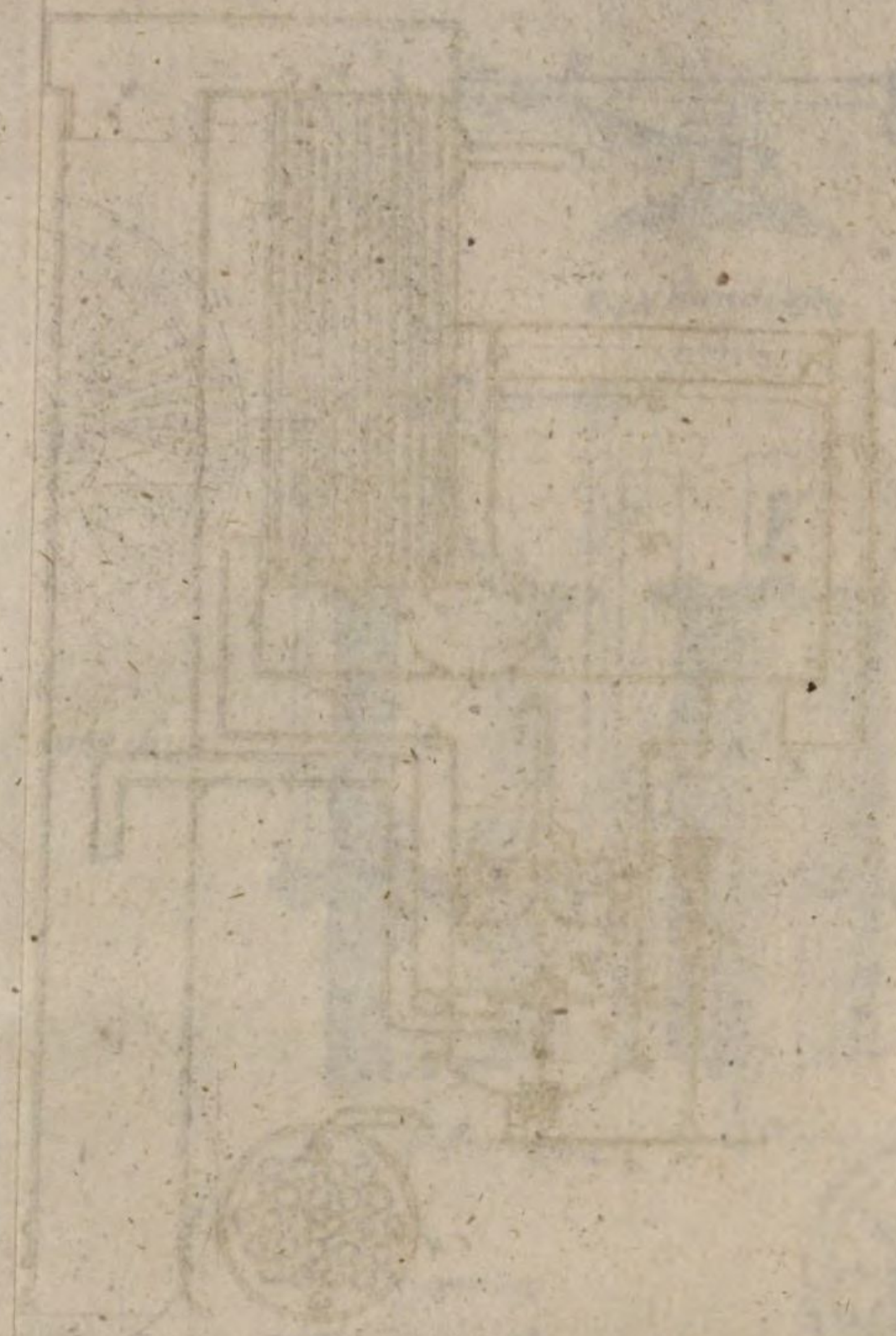


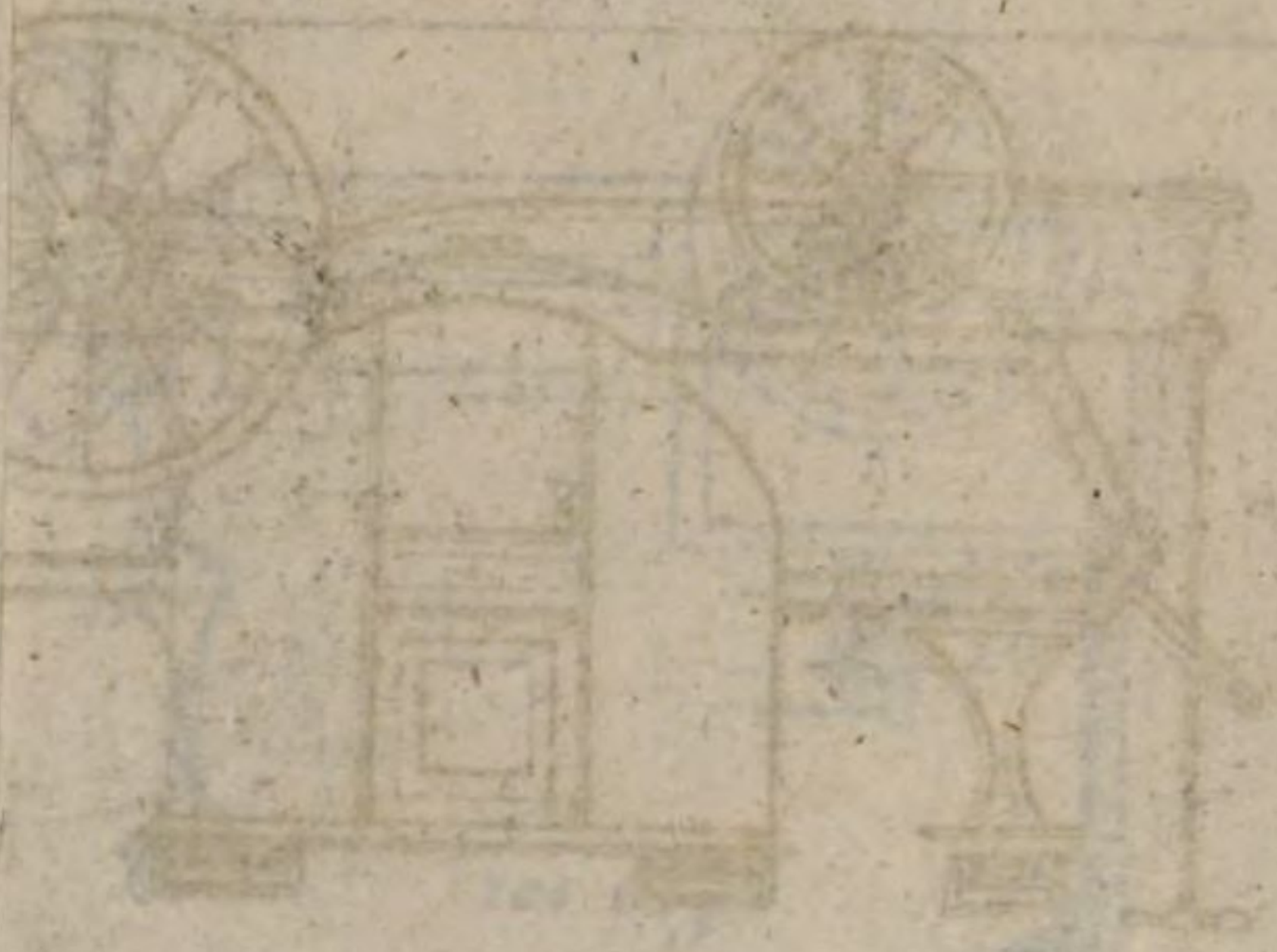
3.
G











Bayerische
Staatsbibliothek
München

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Lardner, Dionysius

Die Dampfmaschinen ein populäres Lehrbuch der Geschichte ihrer Erfindung und Beschreibung ihrer allmähligen Vervollkmmnung bis auf den jetzigen Standpunkt; unter steter Anwendung auf technischen Gewerbsbetrieb, Schiffahrt, Eisenbahnen und Chaussee-Fahrten [et]c. ; für Techniker und

Heilbronn am Neckar 1834

BHS III 68
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10708344-0